DIE OBERLIPPE VON TRICHECHUS (ROSMARUS) ROSMARUS L.

EIN BEITRAG ZUR ANATOMIE DER SINUSHAARE.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

VEREINIGTEN FRIEDRICHS-UNIVERSITÄT

HALLE-WITTENBERG

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

VORGELEGT VON

FRITZ SCHMIDTSDORF

KANDIDAT DES HÖHEREN LEHRAMTS.

AUS NEU-RUPPIN.

HALLE A. S.

HOFBUCHDRUCKEREI C. A. KAEMMERER & CO.

1915.

Referent: Professor Dr. **Haecker.**

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Juli 1914.

Dem Andenken
meines teuren Vaters.

Inhaltsverzeichnis.

Seite:

I. Beschreibung der Oberlippe 7

II. Anatomie der Epidermis und der Tastborsten mit Ausschluß der Haarpapille 15

1. Die Epidermis und das Subphiltrum 15

2. Die Tastborsten 17

III. Bau und Funktion der Papille 33

1. Literaturbesprechung 33

2. Äußere Gestalt 41

3. Das Gewebe 43

4. Die Gefäße 46

a) Arterien 49

b) Venen 52

c) Gefäßsystem der Spitze 56

d) Randcapillaren und innere Keimschicht des Haares. 58

IV. Zusammenfassung 61

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546024_0079

I. Beschreibung der Oberlippe.

Bei Betrachtung der Walroßoberlippe (Tafel I a) fallen zuerst die großen Borsten in die Augen. Ihre Anordnung läßt sich am übersichtlichsten beschreiben, wenn man eine schmale Einsenkung näher ins Auge faßt, die sich von der Mitte der gespaltenen Nase bis fast zum Oberlippenrande erstreckt. Sie würde etwa unserer Lippenrinne (philtrum) entsprechen, ist jedoch keineswegs ebenso scharf ausgeprägt. Zu beiden Seiten dieser Einsenkung, die selbst mit kurzen Borsten besetzt ist, ordnen sich die überaus kräftigen Tastborsten in Reihen an, die ein Flächenstück besetzen, das bei dem untersuchten ausgewachsenen Exemplar ungefähr 25 cm an Breite und 10 cm an Höhe mißt. Zwischen dem untersten Rande der behaarten Partie und dem Oberlippensaum befindet sich noch ein beträchtliches, von Borsten freies Stück, das im Zentrum seiner Längenausdehnung eine eigentümliche kreisförmige Bildung, die ich „subphiltrum" nennen möchte, aufweist. Diese besitzt einen wallartig hervorgewölbten Rand, der oben am Ende der erwähnten Einsenkung mit kurzen starren Härchen, an den Seiten mit längeren, weichen und welligen Haaren von typisch brauner Farbe besetzt ist. Die Mittelpartie entbehrt jeglicher Behaarung und hebt sich von dem kupferbraunen Rande durch seine hellere Färbung ab. Die Borsten gruppieren sich nun zu beiden Seiten der Einsenkung und um das Subphiltrum nach zwei Richtungen hin in regelmäßigen Reihen. Die erste Anordnung besteht in Reihen, die der Hauptsache nach senkrecht zum Oberlippenrande verlaufen, nach unten hin aber nach dem Subphiltrum zu abgebogen sind. Sie stellen daher Kreisbögen dar, die sämtlich am Rande des Subphiltrum endigen und dort die größten Borsten besitzen. Bei der zweiten Reihenstellung ordnen sich die Borsten derart an, daß die Reihen unter spitzem Winkel

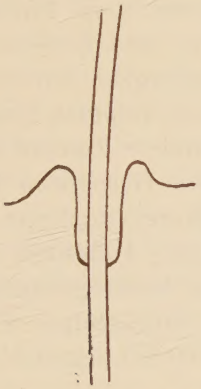
zur Einsenkung schräg nach unten und außen verlaufen und gleichzeitig an Größe allmählich zunehmen. Wir treffen demnach in der Einsenkung und ihrer Nachbarschaft, hauptsächlich aber in der Nähe der Nasenöffnung die kleinsten Borsten, die nur wenig über die Hautoberfläche hinausragen, an den äußersten seitlichen und unteren Rändern kräftig entwickelte Borsten, die eine Länge von 8 bis 9 cm erreichen.

Betrachtet man nun die Epidermis der kupferbraunen Oberlippe näher, so findet man, daß sie stark von Runzeln durchzogen ist, die sich wie ein engmaschiges Netzwerk über die ganze Oberfläche verbreiten. Die Einsenkungen in die Oberhaut sind gewissermaßen die Fäden des Netzes. Zwischen ihnen erheben sich die durch tiefere oder flachere Furchen gegeneinander abgegrenzten Hautteilchen in der Weise, daß sie allerdings nicht gleichartige Hervorstülpungen bilden, sondern so, daß jede durch tiefere Furchen abgegrenzte Erhebung ihrerseits durch eine Anzahl von flacheren Furchen in mehrere Felder zerlegt wird, deren jedes das Aussehen einer knotenförmigen Verdickung oder eines Hauthöckers aufweist. Die höchsten Erhebungsstellen der Hauthöcker zeigen meist eine hellere rötliche Farbe als die umliegenden dunkleren Teile. Eine besonders regelmäßige Zergliederung in Dreiecke und auch Vielecke trifft man zwischen den Borstenreihen kurz unterhalb der Nasenöffnungen. Jedoch nach dem Rande der Oberlippe zu vergrößern sich die Erhebungen zwischen den Hautfurchen so merklich, daß die erwähnte regelmäßige Anordnung schwer zu finden, wenn nicht gar aufgehoben ist. Die Form der Erhebungen wird gröber, und an die Stelle der regelmäßigen Felder treten jetzt unregelmäßige knotenförmige Erhebungen, die der Oberlippe das typisch runzelige Aussehen verleihen. Ganz unregelmäßig ist schließlich die Oberfläche der an die behaarte Hautpartie grenzenden Epidermis gestaltet, für die sich keine bestimmten Oberflächenfiguren mehr herausfinden lassen.

An den Vereinigungsstellen mehrerer Einsenkungen treten aus der Epidermis kleine Haare von dunkelgelber Farbe hervor. Sie stehen entweder isoliert oder zu mehreren vereinigt, sind stark gebogen und legen sich wie zum Schutze dicht an die Haut an. Zwischen den Tastborsten, zwischen denen sie auch zu finden sind, biegen sie sich parallel zum Oberlippensaume.

Auf Querschnitten zeigt der Haarschaft elliptische Gestalt, wie auch schon in der Arbeit von Reißner (6) erwähnt ist, nächst der Dissertation von Bröcker (5) die älteste Arbeit, in der Walroßhaare als Untersuchungsobjekte angeführt werden.

Die Austrittsstellen der großen Tastborsten befinden sich stets etwas unterhalb des Niveaus der Epidermis. Diese ist ein Stück nach innen umgeschlagen und bildet rings um jede Borste eine kreisrunde, ungefähr 1 cm tiefe Grube, deren Außenfläche mit braunroter Cutis bekleidet ist (Textfig. 1). Vom



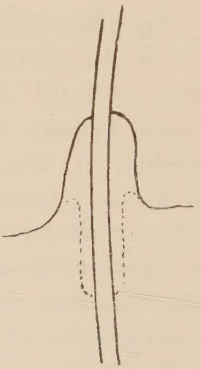
Textfigur 1.
Tastborste im Ruhezustande (schemat.).

Haarhalse an, wo sämtliche innerhalb des Balges liegende Haarhüllen ihr Ende nehmen, wird die Borste zunächst eng von Epidermis umschlossen; diese entfernt sich jedoch, je näher man der Oberfläche der Lippe kommt, mehr und mehr vom Haarschaft. Die Epidermisgruben, die man der Form nach etwa einer trichterförmigen Einsenkung vergleichen könnte, nehmen vom oberen Teile der Oberlippe nach dem unteren an Tiefe und Umfang zu und erfahren bei einzelnen Reihen der unteren Tastborsten noch insofern eine Modifikation, als die Epidermis rings um das Haar in Form eines Ringwalles hervorgewölbt erscheint und so die oben beschriebene Epidermisgrube noch mehr vertieft.

Die Runzeln, die die ganze Oberlippe durchziehen, verlaufen an den Austrittsstellen der Borsten radiär in den Trichter hinein, auch sind die Partieen zwischen den stärker markierten Radiärrunzeln durch winzige Einschnitte in kleinere unregelmäßige Felder zerlegt. Auch bei Betrachtung größerer Hautpartieen, die sich z. B. zwischen zwei Haarreihen ausdehnen, erscheint die Epidermis besonders in den unteren Teilen der Oberlippe gewellt.

Alle diese Eigentümlichkeiten hängen eng mit der Beweglichkeit der Tastborsten und der ganzen Oberlippe zusammen. Vergleicht man nämlich die Austrittsstellen der oberen und unteren Tastborsten miteinander, so findet man folgendes: Die Tastborsten dicht unterhalb der Nasenlöcher sind an den betreffenden Stellen verhältnismäßig eng von Cutis umschlossen, weil sie weniger bewegt werden. Sie sind ja auch so kurz, daß sie wenig über die Oberfläche hinausragen und als Tastorgane kaum Verwendung finden können. Die äußeren und unteren Tastborsten dagegen besitzen weite Follikelöffnungen, in denen sich das Haar bequem hin- und herbewegen läßt. Sie sind es hauptsächlich, die als Tastorgane wirken.

Will das Walroß einen fremden Gegenstand bei der Nahrungsaufnahme oder für andere Zwecke betasten, so schiebt es, wie ich im Hagenbeck'schen Tierpark in Stellingen bei Hamburg beobachten konnte, die ganze Oberlippe nach vorn, so daß sie sich vom Oberkiefer abhebt. Außerdem werden auch die Tastborsten aus der Oberlippe hervorgeschoben, und zwar so weit, bis die im Ruhezustande eingestülpte Epidermis mitsamt dem Haarschaft möglichst weit herausgeschlagen ist (Textfig. 2).



Textfigur 2.
Tastborste vorgeschoben, mit ausgestülpter Epidermis (schemat.).

Man erhält dann das folgende merkwürdige Bild: Der Haarschaft erscheint um 1 bis 2 cm verlängert, die Epidermis ist jetzt am Haare um so viel in die Höhe geschlagen, wie sie vorher nach innen gestülpt war. Die wallartigen Erhebungen sind natürlich verschwunden; denn sie bilden nunmehr den Fuß der Epidermiserhöhung. Die Borsten selbst werden bei diesem Vorgang gerade aus und nach vorn gerichtet, während sie im Ruhezustande nach der Mitte der Oberlippe zu umgelegt sind.

Wie ich am lebenden Walroß beobachten konnte, dienen die Tastborsten nicht etwa zum Festhalten irgendwelcher Nahrung, sondern einzig und allein zum Tasten.

Jede vorgehaltene Nahrung betastet das Tier mit seinen Fühlborsten ebenso, wie es den Boden mit ihnen nach Nahrung absucht. In der umfangreichen Tasthaarliteratur sind es nur zwei Arbeiten von Sokolowsky (2, 3), die sich näher mit dem Tastapparat der Walroßschnauze beschäftigen. Sokolowsky hat hier Beobachtungen über die Bewegungsart der Tastborsten und der ganzen Oberlippe aufgezeichnet, die ich zum Teil bestätigen kann, zum Teil aber auch wegen der aus ihnen gezogenen Schlüsse und untergelaufenen Widersprüche als nicht zutreffend bezeichnen muß. Sokolowsky irrt, wie ich meine, darin, daß er den Tastborsten die Funktion eines Seihapparates zuschreibt. Ich muß hier zunächst einen Widerspruch anführen, der sich in Sokolowskys zweiter Arbeit (3) vorfindet. Nachdem er dort seine Beobachtungen über das Sträuben der Borsten und die Art des Tastens beschrieben hat, fährt er (S. 247) mit folgenden Worten fort: „Ich experimentierte nun mit den Tieren, auf welche Weise sie Fischfleisch, das ich ihnen vorwerfen ließ, aufnehmen würden. Dabei ergab sich, daß sie dieses, nachdem sie es beschnuppert hatten, durch saugendes Einschlürfen in das Maul beförderten, wobei die Borsten aber nicht vorgestreckt, das Maul mithin von ihnen nicht befreit wurde, sondern die Nahrung durch die sich vor dem Maule kreuzenden Borsten eingesogen wurde.“ Auf Grund dieser Tatsachen kommt nun Sokolowsky zu dem Schluß: „Die Borsten der Walrosse dienen demnach diesen Tieren als Seihapparat (vergleichbar dem der Bartenwale), indem sie durch dieselben die Nahrung einschlürfen.“ Hiermit lassen sich die folgenden Worte über die Aufnahme derselben Nahrung, nämlich von Fischen, gar nicht vereinen (S. 248): „Bei der Aufnahme größerer Nahrungsstoffe, wie z. B. von Fischen etc., sind die Walrosse gezwungen, ihr Maul von den Borsten zu befreien, die letzteren also aufzurichten.“ Sie enthalten einen unverkennbaren Widerspruch gegen die zuerst angeführten, wenngleich gerade die zuletzt angeführte Stelle meiner Ansicht und Beobachtung nach die einzig richtige Erklärung für das Verhalten der Tastborsten bei der Nahrungsaufnahme enthält.

Bedenkt man nämlich, daß das Walroß, da man nach den

Literaturangaben sowohl kleine Vertebraten als auch Mollusken und Planktonnahrung in seinem Magen gefunden hat, zu den sogenannten Omnivoren zu rechnen ist, d. h., mit jeder tierischen Nahrung vorlieb nimmt, so ist es ganz unverständlich, weshalb diese Nahrung erst durch einen besonderen Apparat sondiert werden soll. Wenn auch das Walroß zu bestimmten Zeiten, besonders während der Wanderung, in Meeresstrecken gelangt, in denen es meist nur Plankton zur Nahrung erhält, so wird es auch hier keinesfalls abgeneigt sein, etwa Fische oder ähnliche Tiere zu fressen. Hierbei ist ein Sieb in Gestalt von vor dem Maule gekreuzten Borsten vollständig überflüssig.

Auch meine Beobachtungen, die ich im Oktober 1910 in Stellingen am Walroß anstellen konnte, brachten mich zu der Überzeugung, daß das Walroß jedesmal, wenn ihm Nahrung vorgehalten wurde, durch Sträuben der Borsten sein Maul von ihnen befreit, zugleich die „parallel mit der Längsachse des Kopfes" vorgestreckten Borsten dazu benutzend, die Nahrung oder anderweitige Fremdstoffe zu betasten. Somit fehlt jeder Anhaltspunkt für einen Vergleich der Tasthaare mit dem Seihapparat der Bartenwale. Es sind hier die Lebensgewohnheiten eines Raubtieres, dem jede Art der Nahrung recht ist, mit denjenigen eines Meersäugetieres in Vergleich gesetzt, welches ausschließlich auf Planktonnahrung angewiesen ist und diese mittels der als Seihapparat fungierenden Barten in der Weise ausseiht, daß ein großes Quantum Meerwasser mit allen darin enthaltenen Organismen wahllos in die Mundhöhle aufgenommen wird, worauf unter Mithilfe der Zunge ein Durchpressen des Wassers durch das Bartensieb und ein Zurückbleiben der Planktonnahrung in der Mundhöhle bewerkstelligt wird.

Bei den Angaben Sokolowsky's ist außerdem in Betracht zu ziehen, daß die Beobachtungen am gefangenen Tiere vorgenommen wurden, bei dem die Tastborsten nicht wie bei wildlebenden Tieren genügend gebraucht und abgenutzt wurden. Es ist daher ganz gut möglich, daß sie, wie Sokolowsky sich ausdrückt, einen Vorhang vor dem Maule bildeten und so Anlaß zu den besprochenen Deutungen gaben.

Als Beispiele von Tastborsten wild lebender Walrosse muß ich dagegen die Abbildungen von James Murie (1), die mit großer Sorgfalt hergestellt sind, und die von mir untersuchte Oberlippe anführen, die einem frisch getöteten Walroß

auf einer Nordpolar-Expedition von Schaudinn entnommen und in Alkohol fixiert und gehärtet dem Berliner zoologischen Institut überwiesen wurde. In der Abbildung und bei meinem Objekt erreichen die Tastborsten bei weitem nicht eine derartige Länge, daß sie sich vor dem Maule kreuzen könnten. Auch die Abbildungen in Friedenthal's Tierhaaratlas (4) bestätigen meine Ansicht.

Betrachtet man nun die Borsten im einzelnen (Tafel II), so erhält man am besten einen vergleichenden Überblick über ihre allmählich ansteigende Länge, wenn man eine der zuerst beschriebenen Reihen herauspräpariert. Man sieht hier die Borsten gekrümmt aus der Haut hervorkommen, und zwar liegt die Konkavseite des Bogens nach der Mitte und dem unteren Teile der Oberlippe zu, die Konvexseite nach außen und oben. Die durchscheinenden Borsten besitzen nahe der Epidermis eine hellbraune, nach der Spitze zu eine dunkelbraune Farbe. Im Gegensatz zu den mir zur Verfügung stehenden Borsten, die wohl einem älteren Tiere angehörten, fand ich, daß die Haare des Hagenbeck'schen Walrosses leuchtend hellgelb gefärbt waren. Sie gehörten einem jungen, einjährigen Exemplar an und waren eben erst an Stelle der alten dunkleren Borsten hervorgewachsen. Die folgende Tabelle mag ein Bild von der Größenentwicklung der Tastborsten geben:

Länge der Borsten außerhalb der Haut, gemessen an zwei Reihen senkrecht zum Oberlippensaume:

8,7 cm	6,8 cm
6,9 „	5,2 „
7,0 „	5,4 „
7,1 „	5,0 „
6,5 „	5,0 „
5,5 „	4,3 „
— „	3,7 „

Durchmesser der Borsten nahe der Austrittsstelle:

0,3 cm	0,2 cm	0,29 cm	0,22 cm
0,3 „	0,2 „	0,30 „	0,20 „
0,3 „	0,2 „	0,25 „	0,21 „
0,3 „	0,2 „	0,25 „	0,19 „
0,3 „	0,2 „	0,26 „	0,20 „
0,25 „	0,15 „	0,21 „	0,18 „
— „	— „	0,20 „	0,15 „

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die Borsten eine Länge von 8—9 cm erreichen können bei einem Durchmesser von 2 bis 3 mm. Es sind dies die längsten und stärksten Tastborsten, die bisher auf der Oberlippe der Carnivora bekannt geworden sind. Die Tabelle zeigt ferner, daß man zwei verschieden lange Durchmesser der Haare zu beachten hat; dies beweist, daß die Haarschäfte seitlich zusammengedrückt sind. Die Breitseite der Borsten liegt auf der konkaven, resp. konvexen Seite, d. h. ungefähr der Mitte der Oberlippe zu — oder abgekehrt. Die schmale Seite zeigt nach dem oberen oder unteren Teile der Lippe. Seiner Gestalt entsprechend endigt auch das Haar nicht mit einer allseitig zugeschärften Spitze, sondern zweiseitig zugespitzt. Diese Art der Endigung ist aber nur bei den sehr kurzen und äußerst wenig bewegten Tastborsten noch erhalten, die längeren und fortwährend in Tätigkeit gesetzten Borsten besitzen dagegen ein eigentümliches, durch vielen Gebrauch verändertes Endstück. Durch die anhaltende Reibung der Borsten gegen fremde Gegenstände ist eine Spitze entstanden, deren Mittelpunkt nicht genau in der Verlängerung der Haarachse liegt, sondern nach der konvexen Seite der Borsten verschoben ist (Tafel II, Fig. 4). Während die Konvexseite in gerader Linie bis zum Ende verläuft, krümmt sich die Konkavseite in kurzem, scharfem Bogen und nähert sich so der Spitze. Gerade dieser Bogen ist einzig und allein das Produkt der Reibung der Borsten gegen Fremdstoffe.

Fassen wir noch einmal die wichtigsten äußeren Merkmale der Walroßoberlippe zusammen, so ist folgendes zu erwähnen:

1. Die Tastborsten sind in bestimmten Reihen angeordnet, die von der Mitte aus schräg nach unten und nach den Seiten der Oberlippe verlaufen.
2. Sie nehmen von innen und oben nach außen und unten an Länge zu.
3. Sie sind seitlich zusammengedrückt, gegen die Mitte der Oberlippe gebogen und mitsamt der Epidermis ausstülpbar.
4. Die Epidermis ist von zahlreichen Furchen durchzogen.
5. Sie bildet grubenartige Einsenkungen um die Haarschäfte, die oft durch wallartige Erhebungen der Epidermis gekrönt werden.

6. Sokolowsky's Ansicht über die Verwendung der Borsten als Seihapparat oder als Sieb ist nicht zutreffend; die Borsten sind vielmehr nach der Art ihrer Bewegung und wegen ihrer Länge nur als Tastapparate anzusprechen.

II. Anatomie der Epidermis und der Tastborsten mit Ausschluß der Haarpapille.

1. Die Epidermis und das Subphiltrum.

Bevor ich zur Anatomie der Tasthaare übergehe, erscheint es angebracht, einige strukturelle Merkwürdigkeiten im Bau der Epidermis näher zu beschreiben. Es handelt sich hier um den Bau der Epidermis des Subphiltrum, der in einigen Punkten von dem der übrigen Haut abweicht. Betrachtet man zu diesem Zwecke zunächst ein Stück der Epidermis zwischen den Tastborsten (Tafel IV, Fig. 1), so findet man hier alle Schichten in normaler Ausbildung vor sich. Das stratum corneum (a) ist stark gewellt und besteht wie gewöhnlich aus mehreren übereinander gelagerten Hornschichten ohne deutliche Zellstruktur. Es wird gegen die Körnerschicht durch das schmale stratum lucidum (b) abgeschlossen. Das stratum granulosum (c) wird von langgestreckten Zellen gebildet, die parallel zum Oberflächenrande liegen und gekörnt sind. Das stratum germinativum (d), die Keimschicht der Epidermis, setzt sich aus spindelförmigen Zellen zusammen, die an den Längsseiten etwas ausgebaucht erscheinen, da die mit einem oder mehreren Nucleolen versehenen Kerne einen breiten Raum einnehmen. Gegen das Corium wird die Keimschicht durch polygonale Zellen abgeschlossen, deren Lumen von dunkelgefärbten und großen Kernen fast ganz und gar erfüllt ist. Die Zellen sind nach dem Corium zu etwas hervorgewölbt und an den Stellen, an denen Hautpapillen (e) in die Keimschicht hineinragen, schräg, an den übrigen senkrecht zur Begrenzungslinie von Oberhaut und Lederhaut angeordnet.

Im Gegensatze zu der eben beschriebenen Struktur der Epidermis zeigt diejenige des Subphiltrum (Tafel IV, V,

Fig. 2—4) eine merkwürdige weitgehende Verhornung der obersten Schichten und eine ungewöhnlich tiefgehende Ausbildung der einzelnen Strata. Die Erhebungen der verhornten Teile erreichen hier eine derartige Mächtigkeit, daß man nicht mehr von wellenförmiger Krümmung sprechen kann, sondern diese Erhebungen eher zapfenartigen Vorsprüngen vergleichen muß. Gewöhnlich hebt sich ein größeres Stück der verhornten Schicht (Fig. 2a) über das Niveau der Umgebung heraus und teilt sich wiederum in mehrere kleinere Vorsprünge. Diese besitzen ein verhältnismäßig sehr flaches stratum corneum, das nicht lamellös, sondern geschuppt erscheint. Dagegen ist es besonders das stratum lucidum (Fig. 2b), welches die mächtige Entwicklung der verhornten Schicht ausmacht. In der Nachbarschaft des stratum corneum erhält das stratum lucidum ein lamellöses Aussehen, in der Nähe des stratum granulosum jedoch kann man deutlich vieleckige und runde Hornzellen wahrnehmen (Fig. 3b), die sogar in den Einsenkungen des stratum germinativum noch Reste von Kernen zeigen. Im stratum lucidum findet man regelmäßig schon das neue stratum corneum (Fig. 2c) mit allen seinen künftigen Erhebungen vorgebildet. Man kann auch hier schon deutlich die dunkelbraune Hornschicht vom stratum lucidum unterscheiden. Den abgerundeten Vorsprüngen des stratum corneum entsprechen gewöhnlich ebensoviele deutlich ausgeprägte Papillen des stratum germinativum (Fig. 3a) und diesen wieder die Coriumpapillen in gleicher Zahl (Tafel V, Fig. 4b). Der Bau des stratum germinativum (Fig. 4a) gleicht anatomisch so ziemlich der entsprechenden Schicht der übrigen Haut, doch überwiegen hier die polygonalen Zellen, während spindelförmige Zellen so gut wie gar nicht vorhanden sind.

Vergleicht man nun beide Hautpartieen miteinander, so findet man neben den Größenunterschieden auch einige wichtige strukturelle Differenzen. Was zunächst die Größenentwicklung anbetrifft, so ragt die Haut des Subphiltrum an Mächtigkeit aller einzelnen Strata hervor. Sowohl das stratum lucidum als auch das stratum germinativum zeigen eine Tiefenentwicklung, wie sie auch nicht annähernd bei anderen Tieren, selbst beim Hippopotamus nicht, dessen Haut doch für stark entwickelt gilt, anzutreffen ist. Das stratum corneum erscheint rückgebildet, dafür das stratum lucidum kräftig entwickelt und

im unteren Teile sogar von zelliger Struktur; das stratum germinativum zeichnet sich durch kolossale Papillen und entsprechende ins Corium hineinragende Zapfen aus. Demgegenüber erscheint das stratum lucidum der übrigen Haut nur wie ein schmales Band, als Abschluß eines ziemlich stark ausgebildeten stratum corneum, und das stratum germinativum zeigt auf der Oberseite nur eine geringe Papillenentwicklung, meist nur kuppenförmige, schwache Erhebungen. Wollte man ein Vergleichsobjekt unter den Carnivora suchen, so könnte man vielleicht die Cutis des Sohlenballens von Canis familiaris (Tafel V, Fig. 5) anführen, bei der ebenfalls das stratum lucidum (b) mächtiger als sonst entwickelt ist, und auch die Keimschicht (c) eine vorzügliche, ziemlich regelmäßige Papillenbildung zeigt.

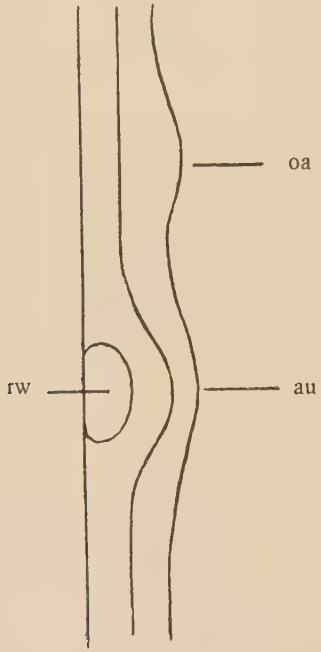
Das Ergebnis der anatomischen Untersuchung der Haut vom Subphiltrum ist dahin zusammenzufassen, daß hier eine kolossale Verhornungsschicht das Corium überkleidet, im Zusammenhange mit einer ungewöhnlichen Mächtigkeit aller Strata der Haut.

2. Die Tastborsten.

Die äußerst stark entwickelten Haarbälge der Tastborsten durchsetzen in ihrer ganzen Länge (Tafel I b) schräg die Oberlippe derart, daß das obere Ende mehr der Mitte der Oberlippe zugewendet ist. Isoliert man einen Haarbalg von dem umgebenden Gewebe, so hat man einen flaschenförmigen, drehrunden und länglichen Körper (Tafel II, Fig. 5) von leuchtend weißer Farbe vor sich, in welchem das Haar mit seiner Wurzel und allen akzessorischen Scheiden eingebettet liegt. Das untere Ende ist abgestumpft und läßt sich recht passend mit dem Boden einer Flasche vergleichen, da der Boden sowohl rechtwinklig zu den Seitenwänden liegt als auch in der Mitte nach oben eingestülpt ist und hier die in die Papille ziehenden Gewebe und Gefäße aufnimmt.

Bei den kleinsten Borsten steigt der Haarbalg in gerader Richtung bis zur Oberfläche in die Höhe (Tafel II, Fig. 3), bei den längeren und längsten dagegen verläuft er in leicht gekrümmtem Bogen entsprechend der Biegung des gesamten Haarschaftes (Fig. 1, 2, 4, 5, 6) und erreicht seine markan-

teste Beugungsstelle etwas unterhalb der Mitte (Fig. 5), etwa dort, wo der Ringwulst das Haar umgibt. So kann man auch beim Haarbalg von einer Konvex- und Konkavseite sprechen, analog den Bezeichnungen beim Haarschaft. An dieser Biegungsstelle befinden sich nun zwei merkwürdige Anschwellungen des Haarbalges, die, durch eine leichte Einsenkung von einander getrennt, einander parallel den Haarbalg umlaufen (Textfig. 3).



oa obere Anschwellung } des
ua untere Anschwellung } Haarbalges.
rw Ringwulst.

Textfigur 3.
Doppelte Anschwellung des Haarbalges.
(schemat.).

Da von hier aus sich der Haarbalg nach oben und unten verjüngt, so stellen sie die stärkste Ausbauchung der äußeren Balglamelle dar. An der Konvexseite tritt die Verdickung schärfer hervor, was wohl mit der eigentümlichen Biegung des Haarschaftes zusammenhängt. Unterhalb der untersten Verdickung verliert der Haarbalg nur wenig an Stärke, jedoch oberhalb der obersten verjüngt er sich recht stark und legt sich, sobald die inneren Schutzhüllen verschwunden sind oder wenigstens ihr Minimum erreicht haben, eng an den Haarschaft an.

Da die Anschwellung des Haarbalges noch niemals bei Tasthaaren gesehen wurde, so interessierte es mich, den Grund der Anschwellung etwas näher kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke wurde der Haarbalg der Länge nach aufgeschnitten. Hierbei zeigte es sich, daß nicht allein die Hornmasse des

Haarschaftes, sondern auch die Balglamelle wegen ihrer fast knorpeligen Konsistenz, einer Eigenschaft, die nach Leydig (8) die Walroßborsten mit denen der Robben gemeinsam haben, dem Messer einigen Widerstand entgegensetzten, so daß es bei der Präparation eines recht scharfen und einigermaßen widerstandsfähigen Skalpells bedurfte. Das so gewonnene Übersichtsbild belehrte mich dann, daß man streng zwischen einer oberen (Tafel II, Fig. 6 o) und einer unteren Anschwellung (6 u) zu unterscheiden habe, die beide durch die erwähnte leichte Einsenkung getrennt sind und verschiedenen Zwecken dienen. Die obere Anschwellung bietet zusammen mit der Einsenkung und einem Stück des sich verjüngenden Haarbalges die Ansatzfläche für Muskeln dar, die sowohl schräg nach unten als auch schräg nach oben angreifen. Sie bewirken meiner Ansicht nach das Ausstülpen und Einziehen der Borsten. Die untere Anschwellung stellt sich als eine Anpassung der Haarbalglamelle an das Auftreten des den Tastborsten eigentümlichen Ringsinus und Ringwulstes dar (u). Der Ringsinus ist beim Walroß so stark entwickelt, daß sich dies durch eine äußerlich sichtbare Hervorwölbung der umgebenden Haarbalglamelle kenntlich macht.

Innerhalb des Haarsackes treffen wir nun wie in einer schützenden Hülle die verschiedenen, das Haar schützenden und aufbauenden Gewebeschichten. Der Untersuchung kommt es hierbei sehr zu statten, daß die Borsten in allen Teilen äußerst stark und umfangreich ausgebildet sind, und daß daher ein der Länge nach aufgeschnittener Haarbalg einen in allen Teilen übersichtlichen und geradezu mustergiltig angelegten Organismus darbietet (Tafel III, Fig. 1). Jeder Teil der Haaranlage ist sowohl seiner natürlichen Färbung nach deutlich hervorgehoben als auch seinem Umfange nach scharf abgegrenzt. So kann man schon mit unbewaffnetem Auge die einzelnen Teile bis herab zum feinsten, der Glashaut (Fig. 2 c), deutlich erkennen.

Der schneeweiße Haarbalg (Fig. 1 a) umschließt als feste fibröse Kapsel die gesamte Haaranlage, gegen ihn hebt sich der mit Blut gefüllte cavernöse Körper (Fig. 1 c_1 und c_2) und Ringsinus (e) durch seine dunkelbraune Farbe ab. Der erste erscheint oberhalb des Ringsinus mit Einschluß desselben dunkler gefärbt als im unteren Teile, was auf den mehr oder minder großen Gehalt an Blut zurückzuführen ist. Am reichlichsten

mit Blut gefüllt ist regelmäßig der Ringsinus, der den weißlichen Ringwulst (d) umgibt. Die Balken des cavernösen Körpers fallen wegen ihrer Feinheit (c_1) im allgemeinen nicht besonders auf, nur hier und da durchzieht, wenn ein Balken größere Stärke annimmt, eine feine weiße Linie die dicke braune Masse. Die innere Balglamelle tritt bei makroskopischer Untersuchung nur wenig, teilweise gar nicht in die Erscheinung (b), besser dagegen die Glashaut (Fig. 2 e) in Verbindung mit den Wurzelscheiden. Im Zentrum liegt der gelbbraune Haarschaft, den der bei auffallendem Lichte weiß erscheinende Haarmarkraum bis fast zur Spitze durchzieht. Gegen die Haarmatrix zu (Fig. 1 i) wandelt sich die Farbe des Haarschaftes in ein helles Gelb um, die Matrix selbst ist leuchtend weiß gefärbt. Im unteren Teile erweitert sich der Haarmarkraum zum Papillenraum (Fig. 1 g), in dem sich die langausgezogene Papille befindet. Diese ist sowohl im untersten Teile (Tafel II, Fig. 1 und 6) als auch in der allerfeinsten Spitze weiß gefärbt, in der mittleren Partie dagegen rotbraun. Papille und Haarschaft sind wiederum durch eine feine, weiß erscheinende Masse (Fig. 6) getrennt, die bisher auch bei den Tasthaaren anderer Säugetiere noch nicht beschrieben worden ist und als „innere Keimschicht des Haares" bezeichnet werden soll. Es ist noch zum Schluß zu bemerken, daß alle Teile des Haares von der Matrix an vollständig gestreckt verlaufen, wohingegen Dietl (12) und Ksjunin (19) Tasthaare von Carnivoren bearbeiten, deren Balg kurz oberhalb des Bodens einen leichten Knick aufweist.

Zum näheren Studium der einzelnen Teile unternahm ich es, Längsschnitte durch den Haarbalg zu legen. Zu diesem Zwecke färbte ich zunächst einige Haarbälge mit unverändert eingelagertem Haarschaft in toto 3 Tage lang mit Boraxkarmin, differenzierte sie ebensolange in 63% Alc. + 0,5% HCl und hellte sie schließlich in Nelkenöl genügend auf. Darauf bettete ich sie in Paraffin ein und stellte Längsschnitte durch den ganzen Haarbalg in einer Stärke von 15—20 μ her, in denen auch der Haarschaft in der gleichen Stärke mikrotomiert war. Das übliche Aufkleben der Schnitte mit Eiweiß mußte ich nach einigen mißlungenen Versuchen wieder aufgeben, da sich die Präparate wegen des Horngehaltes im Thermostaten stark wölbten und vom Objektträger loslösten. Ich preßte daher je einen Schnitt zwischen zwei Objektträger und

führte ihn so durch die Alkoholstufen bis zum Xylol und schloß ihn in Damarharz ein. Es gelang mir, auf diese Art eine ganze Reihe von Präparaten herzustellen, die mir brauchbare Übersichtsbilder lieferten. Die Zellen erscheinen bei der Karminfärbung hellrot, die Kerne dunkelrot, die Bindegewebsfasern je nach dem Grade ihrer Elastizität mehr oder minder dunkelrot.

Äußere Haarbalglamelle (Tafel III, Fig. 1 a). Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die äußere Haarbalglamelle beim Walroß im Gegensatz zu allen bisher beschriebenen Tasthaaren nicht aus einer einzigen Schicht von Längsfasern besteht, sondern aus drei in verschiedener Richtung gelagerten Schichten. An der äußeren Peripherie läuft eine Lage von mehreren parallelen Faserschichten hinab; ihr entspricht als innere Begrenzung gegen den cavernösen Körper ebenfalls eine Faserschicht, bei der es mir allerdings nicht gelang, mehrere parallellaufende Faserschichten festzustellen. Im übrigen tritt die innere Längslage nur dort deutlich in die Erscheinung, wo der cavernöse Körper stark entwickelt ist, sie fehlt indessen an der Seite der schwächeren Ausbildung des Schwammkörpers. Zwischen beiden Längslagen breitet sich ein von feinen Spalten durchzogenes Fasergewebe aus, das der Hauptsache nach quer verläuft, aber auch vielfache Verflechtungen und Umbiegungen der Fasermassen zeigt. So biegen sich die Fasern der mittleren Partie, kurz bevor sie die Längsfasern erreicht haben, in leichtem Bogen in die Längsrichtung um und vereinigen sich mit jenen. Dafür, daß diese drei Lagen auch tatsächlich bestehen, spricht die Anordnung der intensiv rot gefärbten Bindegewebskerne. Sie sind an den beiden Rändern in parallelen Reihen, in der Mitte dagegen in unregelmäßigen, gebogenen Linien entsprechend der Krümmung der Fasern angeordnet. Vergleicht man die Mittelschicht mit der Außenschicht der Dicke nach, so findet man, daß die Mittelpartie einen etwa 10 mal so breiten Raum einnimmt als die Randpartie. Oberhalb des Ringwulstes erfährt die Struktur der äußeren Balglamelle insofern eine Änderung, als die innere Längslage fehlt, und sich die Querfasern, ohne die Richtung zu wechseln, unmittelbar in die horizontalen Balken des cavernösen Körpers fortsetzen. Kurz bevor die äußere Balglamelle unter der Papille umbiegt, verliert sich unter geringer Verdickung der ganzen Lamelle die

Dreiteilung des Gewebes und macht jetzt vielfach verschlungenen Fasern Platz, deren Hauptrichtung senkrecht zum Haarschaft verläuft. Die stärkeren unter ihnen bilden große Netze mit wenigen Verzweigungen der Fasern, die kleineren dagegen unzählige kleine Netze innerhalb der großen, wobei die Fasern zahlreiche Anastomosen eingehen.

An die äußere Haarbalglamelle schließt sich der reich mit Blut gefüllte cavernöse Körper an, der die Tasthaare vom Walroß als typische Sinushaare charakterisiert (Tafel III, Fig. 1 c_1 und c_2).

Anmerkung: An dieser Stelle sei es mir gestattet, einige historische Bemerkungen über den Begriff der Sinushaare einzufügen. Das Verdienst, die Tasthaare in schwellkörperhaltige und schwellkörperlose Sinushaare eingeteilt zu haben, gebührt Bonnet (16). Er wies nach, daß die alte anatomische Unterscheidung von Tasthaaren und gewöhnlichen Haaren auf falschen Voraussetzungen beruhte. Während man nämlich bis zum Erscheinen seiner Arbeit allgemein annahm, daß nur „die mit Blutsinus versehenen sogenannten „Tasthaare" mit Nerven ausgestattet wären", konnte er durch eigene Untersuchungen nachweisen, daß an alle Haarbälge Nerven herantreten, und daher der Besitz von Nervenfasern kein wesentliches Merkmal der schwellkörperhaltigen Haare sei. Merkel (17) gelangte auf Grund eigner Forschungen zu derselben Ansicht und schlug für die schwellkörperhaltigen Tasthaare den Namen „Sinushaare" vor. Seit dieser Zeit hat man es in der Wissenschaft vorgezogen, die früheren Tasthaare als Sinushaare, die übrigen dagegen als gewöhnliche Haare zu bezeichnen, in der begründeten Annahme, daß nur der Besitz oder Mangel eines cavernösen Körpers einen anatomischen Unterschied herbeiführt. Dies schließt nicht aus, daß man nervenreiche Haare ohne Rücksicht auf den anatomischen Bau nur im Hinblick auf ihre Funktion als Tasthaare bezeichnen kann.

Es sei hier auch einiges über die in neuerer Zeit bekannt gewordene Verteilung der Sinushaare am Säugetierkörper bemerkt. Man hat sie bisher in drei verschiedenen Regionen des Körpers gefunden. Am häufigsten kommen Sinushaare am Kopfe, und zwar auf der Ober- und Unterlippe, in der Wangenregion und bei Megaptera boops nach Rawitz (21) auch in der Kopfhaut der Schädeldecke vor. Sodann findet man sie

nach Breßlau (28) an den Vorderextremitäten von Säugetieren, „die ihre vorderen Gliedmaßen außer zur Fortbewegung auch zum Greifen benutzen, also bei den Primaten, Carnivoren, Nagern, Edentaten und Marsupialiern," wie z. B. Fritz (25) bei der Katze auf der Volarseite der Vorderextremität in der Nähe des Daumens Sinushaare entdeckte. Bei Petaurus sciureus befinden sich nach Breßlau Sinushaare auch an den Hinterextremitäten. Derselbe Forscher hat schließlich noch eine dritte Region, in der Sinushaare auftreten können, aufgefunden: die Brust- und Bauchgegend des Eichhörnchens.

Der cavernöse Körper, auf dessen Vorhandensein Leydig (8) als erster hinwies, wird ungefähr in der Mitte vom Ringsinus (Tafel III, Fig. 1 c) und Ringwulst (d) durchbrochen, deren Besprechung ich hier vorausschicken muß, da sonst die später angedeuteten Beziehungen zwischen Ringwulst und cavernösem Körper unverständlich wären.

Ringwulst. Als ein wesentliches Merkmal der Tasthaare von Trichechus rosmarus muß ich es betrachten, daß hier ein vollständiger Ringwulst ausgebildet ist (Tafel II, Fig. 3 und 4). Es gelang mir, ihn an Totalpräparaten in situ freizulegen, indem ich mit einem Messer die untere Anschwellung der Balglamelle wegschnitt und dann das im Ringsinus angesammelte Blut vorsichtig mit einem Pinsel entfernte.

So konnte ich zweifellos feststellen, daß der Ringwulst einen geschlossenen Ring um das Haar bildet, und eigentlich jetzt erst der von Dietl (12) eingeführte Name „Ringwulst" zu seinem Rechte kommt. Dieser Forscher hat bei anderen Säugetieren die ersten und gründlichsten Studien anatomisch-vergleichender Art über dieses Gebilde gemacht und bei allen von ihm untersuchten Formen festgestellt, daß der Ringwulst keinen vollständigen Ring bildet. Ordnet man nach der Ausbildung des Ringwulstes die in Frage kommenden Tiergruppen in bestimmter Reihenfolge an, so findet man bei Rind, Affe und den Cetaceen keinen Ringwulst, beim Pferde und Schwein die Übergangsstadien zu einem selbständigen, vom cavernösen Körper losgelösten Ringwulst, bei Hund, Fuchs, Katze, Maus, Maulwurf, Kaninchen, Hase, Wiesel und Eichhörnchen einen selbständigen, nicht geschlossenen und beim Walroß einen vollständigen Ringwulst vor. Verfolgt man ihn auf seinem

Laufe um das Haar, so gelangt man an Stellen von ganz verschiedener Dicke, die auch verschieden hoch liegen (Tafel III, Fig. 1 d). An der Konvexseite des Balges (Tafel II, Fig. 6) erscheint er am dünnsten und zugleich nach oben stärker gewölbt, auch nimmt er dort die höchste Lage ein. An der Konkavseite ist er nach unten gewölbt und erreicht hier seine größte Stärke; er nimmt hier die tiefste Lage ein. So macht er den Eindruck eines zur Hälfte nach unten gezogenen Ringes, dessen Ebene zu der Achse des Haares im spitzen Winkel geneigt ist. Auffallend ist die verschiedene Gestalt des Wulstes auf der Konvex- und Konkavseite. Sie läßt sich jedoch aus seiner Funktion leicht erklären, wenn man den Ringwulst als ein den Druck perzipierendes Organ ansieht, wie es Odenius (10) und Dietl (12) getan haben, welcher letztere allerdings nur von einer nahen anatomischen Beziehung zwischen schildförmigem Zellkörper und den dort vorhandenen Nerven spricht. Stellt man sich vor, daß auf die Borste ein Druck ausgeübt wird, so wird sich dieser in den weitaus meisten Fällen als Druck von der Konkavseite her bemerkbar machen (Tafel II, Fig. 1, 2, 4, 5 und 6). Infolgedessen wird das Haar nach der Konvexseite hinübergebogen. Da sich jedoch die unteren Schichten des Haarbalges leichter zusammenpressen lassen, weil sie erstens vollständiger entwickelt, zweitens noch nicht gänzlich verhornt sind, im Gegensatze zum oberen Teile, bei dem die Schichten teilweise verschwunden, teilweise hornartig verhärtet sind, entsteht am Haarhalse ein Drehpunkt des Haarschaftes, der diesen veranlaßt, sich innerhalb des Haarbalges gegen die Konkavseite zu legen und dort einen Druck auszuüben, d. h. gegen diejenige Seite, an der der Ringwulst am stärksten ausgebildet ist (Textfig. 4). Hierbei hat die im Ringsinus flottierende Blutmasse die Aufgabe, eine Reibung von Ringwulst und Haarbalglamelle zu verhindern, dient aber auch, wie sich Leydig (8) ausdrückt, als eine gewisse weiche Füllung, damit die Nerven die durch das Haar erregten Eindrücke leicht aufnehmen können. Nimmt man ferner an, daß die Haare beim lebenden Tiere fortgesetzt in Tätigkeit sind und Druckempfindungen zu vermitteln haben, die in den allermeisten Fällen auf dieselbe Seite des Haarbalges übertragen werden, so können wir wohl die stärkere Ausbildung des Ringwulstes mit einigem Rechte als eine lokale Anpassung

an eine fortgesetzte Druckperzeption betrachten. Daß der Ringwulst den cavernösen Körper gegen den Ringsinus abschließen soll, wie Odenius (10) nach Untersuchungen an anderen

Textfigur 4.
Tastborste mit stärkerer Ausbildung des Ringwulstes auf der Konkavseite (rechts) (schemat.).

Säugetieren angenommen hat, Dietl (12) und Bonnet (16) dagegen bestritten haben, erscheint mir für mein Untersuchungsobjekt fraglich, da er im allgemeinen ziemlich weit von der oberen Wand des Ringsinus entfernt liegt und sich daher gar nicht bis zum cavernösen Körper ausdehnen kann; es gilt dies besonders von dem oberen Teile des Ringwulstes. Er ist in der Regel weiter vom cavernösen Körper entfernt, als sein Dickendurchmesser an Länge beträgt, gemessen vom oberen bis zum unteren Rande.

Über den Bau ist nach der eingehenden Arbeit von Tretjakoff (26) nichts wesentlich Neues hinzuzufügen. Von

der zentralen Partie an der Glashaut verbreiten sich baumförmig starke Bündel von leimgebenden Fasern bis zur Peripherie des Wulstes. Sie verschlingen sich vielfach so, daß spindelförmige Abschnitte zwischen den Faserbündeln liegen, in denen sich längliche, den Fasern angelagerte Kerne und spärliche elastische Fasern vorfinden.

Cavernöser Körper. Unter demselben Gesichtspunkte wie die Entwicklung des Ringwulstes läßt sich auch die wechselnde Ausbildung des cavernösen Körpers (Tafel III, Fig. 1 c_1, c_2) betrachten. Man hat hier, was bei den bisher beschriebenen Sinushaaren noch niemals in die Erscheinung trat, die Teile des cavernösen Körpers oberhalb und unterhalb des Ringsinus streng auseinanderzuhalten und auch die mit der Stärke des Ringwulstes wechselnde Ausbildung der Bluträume zu beachten.

Er umgibt im unteren Teile (Tafel III, Fig. 1 c_1) die gesamte Haaranlage, umzieht auch den Boden, wie es z. B. auch Schöbl (13) an Igelrüsselhaaren und Fritz (25) an Sinushaaren des Vorderarmes der Katze abbilden, und besteht aus Höhlungen verschiedener Form und Größe. Zu äußerst liegt eine Längsreihe von großen Hohlräumen, die Rechtecken mit abgerundeten Ecken gleichen und mit ihrem größten Durchmesser parallel zur Haarachse gestellt sind. Nach Innen zu folgen kleinere, meist unregelmäßig geformte, mehr zackige Höhlungen. Das Bindegewebe weist eine faserige Struktur auf und schließt stellenweise, besonders in der zentralen Partie der Bindegewebsbalken, elastische Elemente in sich ein. Die Fasern verlaufen zwischen den äußeren Höhlungen senkrecht zur Haarachse, zwischen den inneren meist schräg nach innen und unten und verlieren sich dann in der mehr oder minder stark entwickelten inneren Balglamelle.

Die eben beschriebenen Verhältnisse sind nun rings um das Haar nicht in gleichartiger Weise ausgebildet, sondern entsprechend der Stärke des Ringwulstes ist auch der cavernöse Körper verschieden entwickelt. Dort, wo der Ringwulst seinen größten Umfang erreicht, vergrößert sich auch der cavernöse Körper auf Kosten der inneren Balglamelle ganz beträchtlich. Vor allem sind die inneren Höhlungen in reicher Zahl vorhanden, umgeben von einem fast ganz durch elastische Fasern ersetzten Bindegewebe; die Höhlungen wuchern gewissermaßen

in die innere Haarbalglamelle hinein und reduzieren so diese auf einen schmalen Bindegewebsstreifen (Tafel III, Fig. 1 b). Im Gegensatze hierzu sehen wir an Stellen, an denen der Ringwulst nur schwach zur Ausbildung gelangt ist, auch den cavernösen Körper stark rückgebildet. Er besteht hier fast ausschließlich aus einer der Haarachse parallellaufenden Reihe von langgestreckten, mehr schlauchförmigen Höhlungen, während die inneren Hohlräume bis auf kleine Öffnungen im Bindegewebe verschwunden sind. Dafür erfährt die innere Balglage eine stärkere Zunahme an Bindegewebe, dem jedoch elastische Fasern vollständig fehlen.

Die eben beschriebenen Unterschiede machen sich schon äußerlich in der Färbung geltend, dadurch, daß nämlich die stärker entwickelte Partie intensiver von Karmin durchdrungen wird und daher tiefrot erscheint, während die schwächer ausgebildete nur mattrot gefärbt wird. Die zahlreich eingestreuten Kerne heben sich überall durch ihre dunkelrote Färbung deutlich ab.

Oberhalb des Ringwulstes erhält der cavernöse Körper (Fig. 1 c_2) ein wesentlich anderes charakteristisches Aussehen. Die Höhlungen liegen hier mit ihrem größten Durchmesser senkrecht zur Haarachse und besitzen keulenförmige Gestalt, die mit großer Regelmäßigkeit bei jedem Lumen in derselben charakteristischen Weise ausgeprägt ist. Die Bindegewebsbalken erstrecken sich horizontal von einer Balglamelle zur andern und sind von Faserbündeln zum großen Teile erfüllt.

Vergleicht man nun die Gestalt des cavernösen Körpers mit der des Ringwulstes, so ergibt sich, daß beide auf der Konkavseite ihre stärkste Ausbildung erlangen, während sie auf der Konvexseite auf ihr Minimum an Ausdehnung reduziert sind. Die reichere Gliederung des cavernösen Körpers auf der Konkavseite in größere und kleinere Höhlungen hat zur Folge, daß das Blut hier stärker zu zirkulieren vermag. Wie der Befund von Abnutzungsstellen an der Konkavseite der Haarenden ergibt, wird beim Tasten im wesentlichen von der Konkavseite her ein Druck auf die Haare ausgeübt. Durch diesen auf das Haar ausgeübten Druck wird der cavernöse Körper gleichfalls auf der Konkavseite zusammengepreßt, das Volumen seiner Höhlungen wird verkleinert, und die Blutmassen sind gezwungen, den Überdruck durch lebhaftes Zirkulieren in den

Höhlungen und abführenden Wegen möglichst auszugleichen. Zugleich wird aber auch, wenn man sich die Endigungsstellen der Tasthaarnerven vergegenwärtigt, die Perzeption der Druckempfindungen dadurch, daß die Wände der Hohlräume lebhafter bespült werden, eine erhöhte Ausbildung erfahren. Da solche Bluträume auf der Konkavseite in mannigfacher Gestalt und Ausbildung vorhanden sind, so müssen wir den cavernösen Körper auf dieser Seite ebenso wie den Ringwulst als eine Anpassung an die Druckwirkungen des Haarschaftes ansehen, dagegen die geringe Ausbildung des cavernösen Körpers als eine Rückbildung, weil an jenen Stellen der Druck weitaus schwächer auf die Bluträume des cavernösen Körpers einwirkt.

Da der cavernöse Körper und der Ringwulst in so enger Beziehung zu einander stehen, so erscheint es nicht verwunderlich, wenn eine offene Kommunikation zwischen dem Ringsinus und den Höhlungen des cavernösen Körpers besteht, wie sie Dietl (12) aus dem unmittelbaren Zusammenhang der Blutmassen in beiden gefolgert hat, und ich nach meinen Präparaten glaube, als sicher annehmen zu dürfen. Sie besteht darin, daß sich eine der mittleren Öffnungen des unteren cavernösen Körpers unmittelbar nach dem Ringsinus zu öffnet.

Die Versorgung des cavernösen Körpers mit Blut geschieht im oberen Teile durch Arterien, die, von oben kommend, die äußere Balglamelle in der Längsrichtung durchziehen und sich kurz vor der Einmündung in die Hohlräume in mehrere Äste teilen — ich beobachtete 3 bis4 Äste —, im unteren Teile durch von unten herantretende Arterien, die quer zur Haarachse in die Balglamelle eintreten und sich ohne Teilung in die großen äußeren Höhlungen ergießen.

Innere Balglamelle. Auf den cavernösen Körper folgt im Innern die innere Balglamelle (Tafel III, Fig. 1 b), deren bindegewebige Beschaffenheit keine strukturellen Eigentümlichkeiten darbietet; die Kerne liegen im unteren Teile in Reihen parallel zur Haarachse, im oberen sind sie regellos durcheinander gewürfelt.

Während die bisher beschriebenen Schichten ihren Charakter als Modifikationen des Bindegewebes, der aus der Einlagerung des Haares in die Haut resultiert, deutlich bewahrt

haben, ist dies bei den jetzt folgenden Haarscheiden, die ihren Ursprung innerhalb des Haarbalges auf einer gemeinsamen Matrix haben, nicht mehr in demselben Maße der Fall (Tafel III, Fig. 2). Äußere und innere Wurzelscheide, Glashaut, Haaroberhäutchen und Haarrinde entstehen nämlich auf einem gemeinsamen, von kugelförmigen Zellen gebildeten Grundgewebe, das rings den Papillenhals umgibt. Auf Längsschnitten gleicht es einer zwischen Papillengewebe und Haarbalglamelle beiderseits eingefalzten Zellmasse, die senkrecht zum Haarschaft liegt, sich nach dem Zentrum der Haaranlage zu leicht nach oben umbiegt und am Papillenhalse abgerundet endigt. Man gewinnt auf einem Längsschnitt den Eindruck, als ob sich das Grundgewebe wie mit zwei Haken in die Papille eingeschlagen hätte oder sie mit zwei Klammern fest umgreift (Tafel III, Fig. 1 i). Durch diese eigentümliche Lage der Matrix weichen die Walroßborsten von allen bisher beschriebenen Tasthaaren erheblich ab. Vergleicht man hiermit die in der Literatur abgebildeten Längsschnitte, so fällt es auf, daß beim Walroß die Matrix verhältnismäßig weit unter der Papille dahinläuft, während sie bei anderen Tasthaaren — ich habe besonders die Arbeit von Ksjunin (19) im Auge — am Grunde der Papille nur wenig von ihrer Längsrichtung nach innen abgebogen ist und keineswegs noch eine Strecke senkrecht zum Haarschaft verläuft. Dieser Umstand hängt damit zusammen, daß sich bei den bisher beschriebenen Tasthaaren regelmäßig die zwiebelförmige Erweiterung nach unten allmählich verjüngt, beim Walroß dagegen diese Verjüngung fortfällt, und die Papille mit breiter Basis auf der Unterlage aufsitzt.

Bei näherer Betrachtung eines Längsschnittes, auf dem sich das intensiv rot gefärbte Grundgewebe von dem schwächer gefärbten Papillengewebe abhebt (Tafel III, Fig. 2), erkennt man, daß die Matrix durch eine feine helle Linie (1), die sich gewissermaßen als ein Kanal zwischen zwei Reihen parallel geordneter Zellen darstellt, in zwei annähernd gleiche Teile geteilt ist. Im unteren Teile sind die Zellen regellos in das Grundgewebe eingelagert, im oberen dichter gedrängt und senkrecht zur Begrenzungslinie angeordnet. Noch bevor jedoch die Matrix in die Richtung der Haarachse umbiegt, ordnen sich die Zellen in parallelen längsverlaufenden Zellsträngen an, aus denen dann die verschiedenen Strata hervorgehen.

Äußere Wurzelscheide. Es beginnt die äußere Wurzelscheide (Fig. 2a) am untersten Rande mit einer Reihe runder Zellen, die ungefähr dort, wo das Grundgewebe die Längsrichtung zum Haarschaft annimmt, eine spindelartige Form erhalten und sich fast senkrecht zum Haare stellen. Da sie sich im weiteren Verlaufe noch etwas schräg nach oben umlegen, so erhalten sie definitiv eine Lage, die um einen kleinen Winkel von der Senkrechten zur Haarachse abweicht. Ihre Gestalt ist durchgehends spindelförmig. Ungefähr an der Umbiegungsstelle springt die Wurzelscheide unvermittelt nach außen vor (d) und wird zugleich auf der Innenseite durch rundliche Zellen verstärkt, die sich nach oben hin mehr und mehr abplatten und parallel zur Haarachse stellen. Die innere Schicht erreicht im ausgebildeten Zustande etwa das Vierfache der äußeren. Beide Schichten erscheinen bei Karminfärbung gleichmäßig tiefrot und verlaufen in gerader Linie bis zum Ende der Balglamelle, nur dicht unterhalb des Ringwulstes habe ich eine kleine äußere Anschwellung bemerken können.

Glashaut. An den erwähnten Vorsprung der äußeren Wurzelscheide setzt die Glashaut (Fig. 2e) an, die in ihrem ganzen Verlaufe farblos bleibt.

Innere Wurzelscheide. Die innere Wurzelscheide (Fig. 2b und c) verhält sich der Karminfärbung gegenüber verschieden: Der obere ausgebildete Teil erscheint ungefärbt und fast weiß, die Matrix dagegen intensiv rot gefärbt. Die Matrix besteht wie die der äußeren Wurzelscheide auf der unteren Hälfte des Grundgewebes, jedoch mehr nach der hellen Mittellinie zu, aus einer locker gelagerten Zellmasse, die an der Umbiegungsstelle ihre größte Stärke erreicht. Weiterhin differenzieren sich die runden Zellen so weit, daß man ungefähr in Höhe des Vorsprunges der äußeren Wurzelscheide eine äußere oder Henle'sche (b) und eine innere oder Huxley'sche Schicht (c) unterscheiden kann, die beide in unveränderter Stärke das Haar begleiten. Die mit Karmin gefärbte Henle'sche Schicht verliert nun sehr bald ihre roten Kerne, auch die Zellen werden farblos und spindelförmig. Die Huxley'sche Schicht behält jedoch noch ein beträchtliches Stück höher hinauf ihre rote Farbe, wird erst ganz allmählich schmaler und verliert die länglichen ebenfalls tiefrot gefärbten Kerne. Zugleich werden die Zellen

ebenfalls farblos, platten sich spindelförmig ab und ordnen sich parallel zur Haarachse an. Die Spindeln erreichen hierbei eine beträchtliche Länge.

Haarcuticula. Das Haaroberhäutchen (Fig. 2 f) drängt sich mit seinem untersten Ende, das auf dem Längsschnitt ein Zellband von einer einzigen Reihe Zellen darstellt, zwischen dem oberen und unteren Teil des Grundgewebes ein. Man wird die Matrix der Haarcuticula jedoch zum oberen Teile rechnen müssen, da sie gegen die Matrix der inneren Wurzelscheide schärfer abgegrenzt ist als gegen die übrigen inneren Schichten.

Die Matrix des Haaroberhäutchens besteht aus ovalen Zellen, die an jeder Stelle senkrecht zur Begrenzungslinie der Papille gelagert sind. Die Verhornung der Zellen tritt sehr früh ein, meist schon an der Umbiegungsstelle, selten etwas höher. Sobald die Verhornung einsetzt, verlängern sich die äußersten Zellen und legen sich dachziegelförmig übereinander. Das äußerste freie, etwas zugespitzte Ende paßt jedesmal in eine entsprechende Vertiefung der inneren Wurzelscheide hinein, so daß Oberhäutchen und innere Wurzelscheide wie durch Verzahnung fest miteinander verbunden sind.

Der eigentliche Haarschaft (Fig. 1 f und 2 g), der sich durch hellere Färbung von der dunkelbraunen Cuticula unterscheidet, entsteht aus dem größten Teile des oberen, der Papille anliegenden Grundgewebes. Dieses setzt sich aus Zellreihen zusammen, die wie divergierende Radiärstrahlen von der inneren Begrenzungslinie nach außen verlaufen und in der Nähe der Verhornungsgrenze an Länge zunehmen. An der Umbiegungsstelle fiedert sich das Grundgewebe besenförmig auf. Die letzten deutlichen Reihen sind aber schon mit ihrem der Papille zugekehrten Ende nach oben abgelenkt und verlaufen schließlich in Bögen, deren offene Seite nach oben gekehrt ist. Zugleich werden die Zellen unter fortwährender Größenzunahme, ohne die länglich ovale Form zu ändern, spärlicher und färben sich allmählich schwächer, bis schließlich auch hier ungefähr in derselben Höhe wie bei der Haarcuticula die Verhornung eintritt. Sie geht sehr langsam vor sich und ergreift vollständig nur die äußere Partie des Haarschaftes. Die innere Partie verhornt, soweit die Papille das Haar durchzieht, niemals gänzlich. Der unvollständig verhornte

Teil repräsentiert sich als die oben erwähnte weiße Masse, deren zelliger Aufbau mit dem der Papille in nahem Zusammenhange steht und deshalb am besten im 3. Hauptteil an passender Stelle näher besprochen wird.

Ich möchte an dieser Stelle bemerken, daß sich nur eine einzige Arbeit aus der Fülle der Sinushaarliteratur in ähnlicher Weise mit der Anatomie der innerhalb des Haarbalges gelegenen Haarscheiden, insbesondere mit der Beschreibung der Haarmatrixzellen beschäftigt. Es ist die Dissertation von Günther (18), in der u. a. auch die Sinushaare von der Oberlippe des Hundes einer eingehenden Untersuchung unterworfen worden sind.

Fassen wir noch einmal die gewonnenen Resultate zusammen, so ergeben sich für den Bau der Epidermis und der Tastborsten folgende Eigentümlichkeiten:

1. Das Subphiltrum zeigt im Gegensatze zur normal entwickelten Epidermis eine stärkere Ausbildung des stratum lucidum und eine tiefgehende Papillenbildung des stratum germinativum, dagegen eine Rückbildung des nicht lamellös, sondern schuppenartig gebauten stratum corneum. Ein Vergleich mit anderen Tiergruppen läßt im Aufbau des Subphiltrum eine Verwandtschaft mit der Epidermis des Sohlenballens von Canis familiaris erkennen.
2. Der Haarbalg besitzt eine flaschenförmige, drehrunde Gestalt; er ist ungefähr in der Mitte leicht gekrümmt und weist dort zwei Anschwellungen auf.
3. Die äußere Haarbalglamelle besteht aus drei Faserschichten, einer äußeren und inneren längsgestreiften und einer mittleren, vorwiegend quergestreiften.
4. Der Ringwulst umgibt das Haar als vollständiger Ring und ist an den Stellen des stärksten Druckes am kräftigsten ausgebildet; er liegt in einer zur Haarachse unter spitzem Winkel nach oben geneigten Ebene und besteht aus baumförmig verzweigten Bindegewebsfasern mit Kernen und eingelagerten elastischen Fasern. Wegen seiner Größe und Lage kann er als Verschluß des cavernösen Körpers nicht in Betracht kommen.
5. Der cavernöse Körper ist nicht nur unterhalb, sondern auch oberhalb des Ringwulstes entwickelt und wie dieser

entsprechend dem von außen wirkenden Drucke stärker oder schwächer entwickelt. Er besteht unterhalb des Ringwulstes vorwiegend aus längsgelagerten, oberhalb desselben nur aus quergelagerten Hohlräumen und steht mit dem Ringsinus in offener Verbindung.

6. Die innere Balglamelle besteht aus Bindegewebe und verhält sich hinsichtlich ihrer Mächtigkeit umgekehrt wie der cavernöse Körper.
7. Die Glashaut entsteht an einer äußeren Anschwellung der Wurzelscheidematrix.
8. Äußere und innere Wurzelscheide, Haaroberhäutchen und Haarschaft entstehen auf einer gemeinsamen Matrix, die unterhalb der Papille ein beträchtliches Stück senkrecht zur Haarachse verläuft und am Papillenhalse abgerundet endigt.
9. Die Papille ist von einer nur teilweise verhornten Schicht überkleidet.

III. Bau und Funktion der Papille.

1. Literaturbesprechung.

Bevor ich auf die eigenen Untersuchungen eingehe, die sich speziell auf den Bau der Papille erstrecken, sei es gestattet, auf die Literatur über diesen Gegenstand etwas näher einzugehen, besonders da diese noch nicht in Rücksicht auf das vorliegende Thema zusammengestellt worden ist. Allen bisher erschienenen Arbeiten über die Papille der Tasthaare liegt der gemeinsame Gedanke zugrunde, die Blutgefäße bis zum Eintritt in die Papille zu beschreiben und ihre Ursprungsstellen an den Hauptgefäßen der Haut zu ermitteln. Über die Verzweigung und Endigung der Gefäße liegen nur gelegentliche Äußerungen vor, die durch keine eingehenden anatomischen Untersuchungen näher begründet sind.

Gegenbaur (7) erwähnt die Papille nicht besonders, er zeichnet sie niedrig und abgerundet.

Leydig (8) ist der erste, der eine genaue Beschreibung des Äußeren verschiedener Papillen von Lutra lutra und Phoca barbata liefert. Er findet, daß die kannelierte Papille einer lang ausgezogenen Zwiebel gleicht, die am Grunde weiß, höher hinauf dunkelrot erscheint und von einem Hauptgefäß mit mehreren Nebengefäßen durchzogen wird. Nerven fehlen vollständig. Die bisher wenig beachtete Tatsache, daß sich zwischen der Papille und der Innenwand der Pulpahöhle eine besondere Zellschicht befindet, hat Leydig als einziger Forscher bei Tasthaaren beobachtet. Er fand auch ferner, daß sich diese helle Substanz oberhalb der Pulpahöhle zusammenschließt und im weiteren Verlaufe die Wand des Markkanales bildet. Unter den Autoren der neueren Zeit hat Fritsch dieselbe Schicht bei asinuösen Haaren entdeckt.

Schrön (9) findet bei Schnauzhaaren der Katze, daß die Papille $^2/_3$ der Länge des Haarbalges überschreitet und mit Gefäßen erfüllt ist, die oben schlingenförmig umbiegen.

Odenius (10) hat beobachtet, daß oft eine rote Masse den Markkanal eine Strecke weit erfüllte. Er bezieht diese Erscheinung entweder auf das Aufsteigen von rotgefärbtem Plasma oder auf Blutextravasate der Capillaren, die sich im oberen Teile der Papille schlingenförmig umbiegen.

Dietl (12) vergleicht die Papille mit einem zierlichen Knauf mit langer, schmaler Spitze. Sie ist öfter entsprechend der gesamten Haaranlage leicht geknickt. Mit dem übrigen Bindegewebe ist sie durch einen Stil verbunden, der den Haarbalg und cavernösen Körper durchbohrt und Gefäßäste aus den Hautgefäßen und dem cavernösen Körper in sich aufnimmt. Die Capillaren bilden im weiteren Verlaufe ein reich verzweigtes Netz.

Einen eigentümlichen Standpunkt vertritt Schöbl (13) in seiner Arbeit, in der er auch die Resultate seiner übrigen Abhandlungen in den Hauptpunkten niedergelegt hat. Den Tasthaaren von der Flughaut der Fledermäuse, dem äußeren Ohr der Mäuse und Igel und der Igelschnauze fehlt überhaupt eine Haarpapille; statt deren ist ein feines, strahlenförmig auslaufendes Faserbündel vorhanden, in das sich die Corticalsubstanz des Haarschaftes auflöst. Er nennt diese Partie Wurzel-

zellkörper. Daneben läßt Schöbl das Vorhandensein von Wurzelzellkörper und Papille bei den Tasthaaren des Igelrüssels gelten und erwähnt auch eintretende Blutgefäße. Wieweit die besenförmige Auffiederung des Haarschaftes bei den obengenannten Tiergruppen zu Recht besteht, müssen noch nähere Untersuchungen ergeben.

Wenn auch die Ergebnisse von Schöbl's Untersuchungen, soweit sie sich auf die Haarpapille beziehen, von Stieda (13a) stark angezweifelt sind, so muß ich doch betonen, daß Schöbl in anderen baulichen Verhältnissen des Haares dauernd Klarheit geschaffen hat und nicht, wie es nach Stieda's scharfer Kritik scheinen könnte, die nötige Sorgfalt bei seinen Beobachtungen hat vermissen lassen. Schöbl bemerkte als erster, daß der cavernöse Körper zwischen äußerer und innerer Haarbalglamelle gelegen ist, und die vor ihm als kompakte Lage des Schwammkörpers bezeichnete Gewebsschicht als innere Balglamelle anzusehen ist. Auch finde ich bei ihm zuerst die Glashaut erwähnt und beschrieben.

Beil (11) nähert sich Schöbl's Ansicht; nur nimmt er bei Mäusen statt der Corticalfasern eine feinkörnige Substanz von mäßig abgeplatteten Zellen und Kernen an. Bei Fledermäusen stellt er jedoch die Anwesenheit von ovalen oder zwiebelförmigen Papillen ausdrücklich fest.

Duval (14) hat eine Arbeit über die Gefäße der Tasthaare veröffentlicht, die, soweit mir bekannt, in keiner Arbeit referiert worden ist. Der Autor stellt auf Grund von Injektionen fest, daß die Papille der Schnauzenhaare von der Katze und dem Kaninchen von Blutgefäßen durchzogen wird, die sich netzförmig verzweigen und etwas unterhalb der Spitze eine deutliche Schlinge bilden. Seine Resultate über die Zirkulation des Blutes innerhalb der Papille sind, obwohl sie die älteren Angaben übertreffen, insofern noch lückenhaft, als Duval wohl aufsteigende Äste beschreibt und abbildet, nicht aber abführende Gefäße. So endet sein Gefäßsystem plötzlich und ganz unnatürlich mit einer schlingenförmigen Umbiegung mitten im Gewebe, und man sieht nicht recht ein, wo die hineingeführten Blutmassen wieder abfließen. Infolgedessen ist er noch nicht in der Lage gewesen, auf Grund seiner Untersuchungen einen Unterschied von Arterien und Venen aufzustellen.

Das die Gefäße umgebende Bindegewebe ist formlos und unbestimmt fibrillär, es setzt sich nach der Spitze zu in runde polyedrische Zellen fort, die wegen ihrer Kernlosigkeit den Oberflächenzellen der Epidermis gleichen. Sie leiten zu der nach Duval unzweifelhaft existierenden, von der Papille gut unterschiedenen Marksubstanz des Haares über.

Löwe (15) erwähnt bei Tasthaaren des Kaninchens die Umbiegung der Haarbalgfasern in der Papille. Die äußere Haarbalglamelle liefert den achsialen Mittelfaden, die innere umgibt diesen, während die Gefäße des cavernösen Körpers am Grunde der Papille spitz auslaufen. Die Richtung der in die Haarzwiebel eintretenden Papille bildet mit derjenigen des Haarschaftes einen stumpfen Winkel.

Bonnet (16) erwähnt den Unterschied in der Länge von Papillen bei Raubtieren und Wiederkäuern. Bei den Carnivora und Rodentia ist sie lang ausgezogen und erreicht fast den Hals der Haartasche, bei den Ruminantia ist sie kürzer und endigt mehr abgerundet. Der Pigmentreichtum wechselt je nach dem Alter des Haares. Die Papille ist als eine Fortsetzung der Balglamelle zu betrachten, deren Fasern am Papillenhalse zirkulär, in der Haarzwiebel vielfach gekreuzt verlaufen. Eingelagert sind Bindegewebskörperchen und Sternzellen. Das Blut gelangt aus der Arteria papillaris in die Papille und zirkuliert dort in einem reich verzweigten Gefäß, in welchem Venen und Arterien auftreten. Nerven fehlen.

Ksjunin (19) ist der einzige Autor, der Papillengefäße von der Katze genauer injiziert und beschrieben hat. Die Papille verläuft meist in gerader Richtung, doch kommen auch Krümmungen bis zur Größe eines rechten Winkels vor. Sie wird von der Arteria papillaris und noch 1 bis 2 Begleitarterien mit Blut versorgt; diese bilden im weiteren Verlaufe ein engmaschiges Capillarnetz, das sich entsprechend der Erweiterung des mittleren Teiles der Papille ebenfalls erweitert. In der Spitze nehmen die Gefäße einen zur Haarachse parallelen Verlauf an. Von einer schlingenförmigen Umbiegung erwähnt Ksjunin nichts.

Frédéric (20) hat an Sinushaaren verschiedener Affen, sowohl Platyrhinen als auch Catarrhinen, die kugelige Papillen besitzen, beobachtet, daß die Grenzflächen der Epithelschicht des Bulbus und der Papillenoberfläche ein gekerbtes Aussehen

besitzen und wie durch Verzahnung fest miteinander verbunden sind. Ihm ist es nicht gelungen, an den in Alkohol fixierten Objekten Nervenendigungen zu studieren; er schreibt darüber folgendes: „Über die feinere Verteilung und Endigung der Nerven kann ich nichts aussagen, da das in Alkohol fixierte Material die hierzu nötigen Färbungen nicht gestattete."

Eine neuere Arbeit über Haargefäße lieferte Unna (23). Er arbeitet nur mit Injektionen und führt auch die gesamte, bisher an Haut und Haaren geübte Injektionstechnik dem Leser kritisch vor Augen. Sie ist für unser Thema belanglos. Selbst Unna's Arbeit geht nicht über die Erfolge von Ksjunin hinaus und beschränkt sich hauptsächlich darauf, die Lage der Haarfollikel innerhalb der Lymph- und Blutbahnen der Haut näher zu erklären. Erwähnt wird außerdem, daß die Papillengefäße die schon bekannte Schlingenform zeigen.

Eine abgesonderte Stellung hinsichtlich ihrer Papille, nehmen die Sinushaare der Cetaceen ein, die von Rawitz (21), Kükenthal (24) und Japha (22, 27) beschrieben worden sind. Bei dieser Säugetiergruppe zeigt sich neben dem Fehlen eines Ringwulstes als wichtigster anatomischer Charakter der Sinushaare, daß die Papille nicht aus einem länglichen, zugespitzten Bindegewebskörper besteht, sondern sich in eine Anzahl sekundärer Papillen teilt, unter denen man oft eine Hauptspitze und mehrere, um diese im Kreise gelagerte Nebenspitzen unterscheiden kann. Besonders Japha hat durch seine neueste Arbeit über die Haare der Waltiere (27), eine Fortsetzung und Ergänzung seines 1907 erschienenen Aufsatzes (22), diesen Nachweis erbracht. Das Ergebnis seiner Untersuchungen ist folgendes:

Bei Balaenoptera borealis tritt die Papille etwas seitlich in die leicht umgebogene Haarzwiebel ein und teilt sich in mehrere Nebenpapillen. Ein Papillenhals, wie z. B. bei den Sinushaaren der Carnivora, ist nicht ausgebildet, da die Haarmatrix bis zum Ende vollständig gestreckt verläuft. Die Papille ist somit nach unten meist weit geöffnet, so daß das Bindegewebe mit Gefäßen und Nerven in ganzer Breite in dieses Organ hineinzieht.

Die Papille von Balaenoptera physalus zeigt halbkugelige Gestalt. In ihrem lockeren Bindegewebe finden sich keine Nerven, wohl aber in jeder sekundären Spitze eine Gefäß-

schlinge, die mit den Gefäßen der zentralen Bindegewebsmassen in Verbindung steht. Während Japha 1907 eine unten weit geöffnete Papille abbildet, die nichts von einem Papillenhals erkennen läßt, nähert sich seine Abbildung vom Jahre 1912 wieder mehr der bei Carnivoren typischen Form mit einer nach dem Zentrum der Haaranlage zu abgebogenen Haarmatrix.

Die Papille von Balaenoptera musculus fällt gewissermaßen aus dem Rahmen der typischen Bartenwalhaarpapillen heraus; denn sie zeigt weder ausgebildete Nebenpapillen, noch erreicht sie die Breite und Größe anderer Cetaceenhaarpapillen. Ein Papillenhals ist dagegen deutlich ausgebildet.

Megaptera boops besitzt eine halbkugelige Papille, die eine Anzahl von Spitzen radial aussendet. Ein deutlich ausgebildeter Papillenhals ist vorhanden.

Während die Papille bei Tursiops tursio zuweilen glatt ist, zuweilen in mehrere stumpfe Spitzen ausläuft und Andeutungen eines Papillenhalses besitzt, teilt sich die Papille von Phocaena phocaena in auffallend große, stumpf endigende Nebenpapillen. Sie baut sich aus zellreichem, faserigem, mit Gefäßen reichlich versorgtem Bindegewebe auf. Ein Papillenhals ist nur undeutlich entwickelt.

Die Papille von Globicephalus melas und Lagenorhynchus acutus zeigt in der Gestalt keine wesentlichen Abweichungen von der mehrspitzigen typischen Cetaceenpapille.

Das Resultat der Untersuchungen Japha's gipfelt also, soweit diese sich auf die Sinushaarpapille der Cetaceen erstrecken, in der Feststellung der Tatsache, daß die Papille meist mit mehreren Spitzen endigt und sich hierdurch von der Haarpapille anderer Säugetiere wesentlich unterscheidet.

Dieser Bau mag vielleicht, wie Japha hervorhob, zur besseren Ernährung des Haares beitragen, indem hier wie durch die Papillen der Lederhaut eine raschere und allseitigere Durchsickerung der ernährenden Flüssigkeit und infolgedessen auch eine intensivere Neubildung von Haarzellen erfolgt. Daß die Spitzenbildung der Papille eine sekundäre Erscheinung ist, glaubt Japha in der Tatsache begründet zu finden, daß die von ihm untersuchten Foetalhaare meist eine ebene Oberfläche zuweilen leichte Erhebungen auf dieser aufweisen. Auch Kükenthal machte an Foetalhaaren dieselbe Beobachtung.

In bezug auf die Haarpapillen von Megaptera boops und Tursiops tursio sind Rawitz (21) und Kükenthal (24) zu anderen Resultaten gelangt.

Bei Megaptera boops verjüngt sich nach Rawitz' Angaben die Zentralpartie der Papille zu einer einzigen Spitze und wird von einem Kranz von Nebenspitzen umgeben. Was den feineren Bau der Papille anbetrifft, so werden die Zwischenräume zwischen den Papillenspitzen durch Epithelfortsätze ausgefüllt, die „der Bulbus des Haares reteartig zwischen die sekundären Papillen sendet". Die Haupt- und Nebenpapillen bauen sich auf gemeinsamer Grundlage auf und bestehen aus fibrillärem Bindegewebe, das longitudinal die Papille durchzieht und die zentrale Achse in konzentrischen Lagen umgibt. Eingelagert sind runde oder ovale Kerne in unregelmäßiger Anordnung. Im Zentrum durchziehen Gefäße die Papille; ihre Größe schwankt zwischen der von Capillaren und der von kleinen Arterien oder Venen. Außerdem finden sich Nervenendigungen in Form von eigenartigen Nervenendkörperchen vor, die im Querschnitt stark an quergeschnittene Nervenfasern mit Neurilemm, Achsenzylinder und Mark erinnern. Ein eingehenderes Studium der Nervenendigungen war Rawitz nicht möglich, da das Material hierzu nicht ausreichte.

Die Papille der Schnauzenhaare von Phocaena communis, welche Rawitz ebenfalls untersuchte, gleicht in ihrem Bau der von Megaptera. Sie besteht aus dichtgelagertem fibrillärem Bindegewebe, zeigt aber nur 1 bis 2 Gefäßschlingen. Die Spitze teilt sich in 3 „handschuhfingerförmige Zipfel", entbehrt aber der Nebenspitzen. Es ist also hier die Zentralpartie in mehrere Spitzen geteilt, eine Beobachtung, die mit den Angaben Japha's übereinstimmt.

Bemerkenswert sind die Angaben Kükenthal's über die Papillen von Tursiops tursio und Delphinus delphis. Deren Haarpapillen haben „die Gestalt einer kurzen Säule von elliptischem Querschnitt" und bleiben stets ungeteilt. Nur wenige Blutgefäße durchziehen das mit Cutiszellen angefüllte Organ. Da Kükenthal auch bei Foetalhaaren, wie oben erwähnt, so gut wie gar keine Erhebungen fand, so gelang er zu folgendem, sich auf die Zahnwalhaarpapille beziehenden Schluß: „Die Haarpapille ist ein einheitliches, großes Gebilde, von rundlichem bis ovalem Querschnitt und geringer Höhe. Ihre Ober-

fläche ist abgeflacht und einheitlich, nur bei den Foetalhaaren von Platanista gangetica habe ich leichte radiär gestellte Erhebungen auf der Haarpapille angetroffen. Bei allen übrigen Formen, insbesondere auch bei den erwachsenen Tieren, waren die Haarpapillen durchaus einheitliche Bildungen.“ Stehen diese, sich auf die Zahnwale beziehenden Angaben Kükenthal's in auffallendem Gegensatze zu Japha's neuesten Untersuchungen, so nähert sich Kükenthal's Urteil über die Gestalt der Papille der Bartenwale wiederum mehr Japha's Beobachtungen; denn Kükenthal sagt: „Dagegen findet sich im Bau der Haare (von Zahnwalen und Bartenwalen) insofern ein erheblicher Unterschied, als bei den Bartenwalen nicht eine Haarpapille vorhanden ist, sondern eine ganze Anzahl seitlich eintretender, die asymmetrisch angeordnet sind.“

Die Arbeiten, die sich mit den Nerven der Tasthaare befassen, interessieren nur soweit, als sie übereinstimmend erwähnen, daß sich dem sympathischen Nervensystem angehörende Vasomotoren in der Papille vorfinden. Es sind die Arbeiten von Ostroumow, Maurer, Ksjunin, Botezat, Friedenthal, Scymonowicz (29—34).

Obwohl es auch meine Absicht ursprünglich gewesen war, den Verlauf der Nerven an den Tastborsten genauer zu studieren, mußte ich diese Aufgabe gleichwohl gänzlich fallen lassen, da durch die langdauernde Einwirkung des Alkohols die Struktur der nervösen Elemente völlig vernichtet war (vgl. Frédéric (20)). Für die vorliegenden Untersuchungen leistete jedoch die Konservierung vortreffliche Dienste.

Faßt man noch einmal die in der Literatur gefundenen Resultate zusammen, so zeigen alle Arbeiten nur ein gelegentliches Eingehen auf den Bau der Papille. Es ist allerdings bekannt, daß das Papillengewebe der Balglamelle entstammt und mit Kernen ausgestattet ist, daß Venen und Arterien eintreten und ein verzweigtes Capillarnetz bilden; es ist jedoch noch nicht genügend erforscht, wie sich die Fasern in der Papille verhalten, wie die Gefäße gebaut sind, und endlich, wie sie sich zu den Haarmatrixzellen verhalten. Mit anderen Worten: es ist die Papille noch niemals in Rücksicht auf ihre Bestimmung als Ernährungsorgan des Haares untersucht worden. Zu dieser Frage einen Beitrag zu liefern, ist die Aufgabe der folgenden Zeilen.

2. Äussere Gestalt.

Fritz Römer (25) sprach einmal in klarer Form den Gedanken aus, daß die Papille dem Haare als Ernährungs- und Befestigungsorgan dient. Auch ich möchte die Aufgabe der Papille dahin präzisieren, daß sie dem Haare Ernährungsstoffe zuzuführen und ihm als Stützpunkt zu dienen hat. Schon ein Längsschnitt durch den Haarbalg zeigt, daß das Haar mit allen akzessorischen Membranen auf der zentral gelegenen Papille ruht. Speziell der Haarschaft erhält durch sie eine feste Lage, da er mit seinem unteren Teile bis zum Zusammenschluß des erweiterten Pulparaumes auf der Papille als stützender Unterlage aufruht.

Der Hauptwert der Papille liegt aber wohl darin, daß sie das Haar ernährt. Um diesen Nachweis zu führen, wurde die Papille zunächst einmal von allen Teilen des Haares befreit. Dies geschah auf folgende Weise: Nachdem alle akzessorischen Scheiden bis auf den Haarschaft abgelöst waren, wurde der unterste Teil des Haarschaftes in Streifen von der Papille losgelöst. Hierbei schälte sich meistens nur das Oberhäutchen mit einem Teile des Haarschaftes ab, der übrige konsistentere Teil mußte mit einem Messer in der Längsrichtung des Haares abgetrennt werden. War so die Papille freigelegt, so zeigte sich leider, daß jedesmal die äußerste, feinste Spitze entweder im Haarschaft verblieben oder zerrissen, jedenfalls für eine Untersuchung unbrauchbar geworden war. Auch ein plötzliches Herausziehen der Papille aus dem Haare, ein Verfahren, welches Leydig (8) anwandte, hatte denselben negativen Erfolg, da die Spitze wegen ihrer schwammigen Beschaffenheit leicht abreißt. Darum nahm ich die Präparation von der entgegengesetzten Seite vor und spaltete den Haarschaft bis kurz oberhalb der Papillenspitze in zwei Hälften, die ich dann auseinanderriß. An der einen blieb die Papille, noch von etwas Horn umgeben, vollständig haften und konnte nun mit geringer Mühe in toto von allen Fremdteilen befreit werden. Allerdings ist es äußerst schwierig, beim Abschneiden der verhornten Teile die Spitze unversehrt zu erhalten.

Die so herauspräparierte Papille zeichnet sich durch ihre beträchtliche Länge aus, wie es schon Bonnet (16) für die Carnivora festgestellt hat. Man kann ihre Gestalt im Gegen-

satz zu den bisher bekannten Tasthaarpapillen nur noch entfernt zwiebelförmig nennen, viel eher gleicht sie einem regelmäßigen Kegel, der mit fein ausgezogener Spitze weit oberhalb des Ringwulstes endigt. Auf Querschnitten zeigt sie im unteren Teile eine gleichmäßig runde Form, nach der Spitze zu erhält sie eine seitlich zusammengedrückte Gestalt, was sich auf Querschnitten durch einen ovalen oder spindelförmigen Umriß kund gibt. Während sie sich im allgemeinen ziemlich regelmäßig bis zur Spitze verjüngt, bildet ihr Fuß hiervon insofern eine Ausnahme, als er auf einer Seite etwas verdickt ist. Auf Längsschnitten kann man nämlich bemerken, daß die eine Begrenzungslinie der Papille in gerader Richtung bis zum Ende ansteigt, die andere dagegen mit einem starken Bogen nach außen beginnt und erst allmählich wieder die gerade Richtung zur Spitze einschägt. Es ist dies die letzte Andeutung einer zwiebelförmigen Ausbuchtung der Papille und entsprechenden Aushöhlung der Pulpa, die bei Trichechus im Verhältnis zur Länge der Papille makroskopisch nicht mehr bemerkbar ist. Die von Leydig (8) beobachtete Kannelierung der Papille habe auch ich feststellen können. Im unteren Teile finden sich mehrere Einkerbungen, die sich als Einstülpungen der Außenwand in das Papillengewebe darstellen; jedoch erreichen nur zwei sich diametral gegenüberliegende eine größere Höhe, selten die Spitze.

Was nun die natürliche Färbung der Papille betrifft, so lassen sich darin drei Zonen unterscheiden. Der unterste Teil, dessen Höhe ungefähr $^1/_5$ derjenigen der Papille beträgt, besitzt eine weißliche Färbung, wie sie nach Behrens-Kossel-Schiefferdecker (46) für Organe, die aus elastischem Gewebe bestehen, typisch ist (Tafel II, Fig. 6). Der mittlere Teil, der sich ungefähr über $^3/_5$ der Papillenhöhe erstreckt, ist in der unteren Hälfte dunkelbraun, in der oberen rotbraun gefärbt. Der letzte, oberste Teil ähnelt in der Färbung wieder dem untersten; er besitzt eine hellgelbe Farbe.

Die Unterschiede in der Färbung haben darin ihren Grund, daß erst im mittleren Teile die Blutgefäße zur vollen Entfaltung gelangen und dort reiche Verzweigungen bilden, während sie im untersten Teile noch ein enges Lumen bewahren und wenig Verzweigungen abgeben und im obersten nur noch in geringer Zahl vorhanden sind.

3. Das Gewebe.

Um mir Gewißheit über den inneren Bau der Papille zu verschaffen, zerlegte ich sie in Längs- und Querschnittserien. Diese färbte ich zunächst mit Haematoxylin nach Hansen ungefähr eine Stunde, dann mit wäßriger Lösung von Pikrinsäure und Säurefuchsin zwei Minuten lang und erhielt Schnittbilder, auf denen das Bindegewebe gelbbraun, die Bindegewebszellen dunkelgelb, die Kerne schwarz, die Venenwände dunkelrot, die Muskelzellen der Arterien gelb und die Blutkörperchen leuchtend gelb erschienen. Zum Studium der elastischen Fasern kombinierte ich die Hansen'sche Haematoxylinfärbung mit der Weigert'schen Resorcin-Fuchsinfärbung, wandte auch die Unna'sche Orceinfärbung allein an und erzielte mit diesen sehr befriedigende Resultate. Die elastischen Fasern erscheinen nach der Weigert'schen Methode als tiefblaue, einfach kontourierte wellige Linien, die den Eindruck machen, als ob sie mit einem Kopierstift in das Gewebe eingezeichnet wären. Ausgezeichnete Resultate ergab auf Längsschnitten eine Färbungsmethode, die von Hofman (40) bei Würmern angewandt wurde; sie besteht darin, daß man mit einer passend zusammengesetzten Mischung von wäßriger Pikrinsäure und Methylblau das Gewebe ungefähr acht Minuten vorfärbt und mit wäßriger Eosinlösung ungefähr zehn Minuten nachfärbt. Hierbei treten die hellgrün bis hellblau tingierten elastischen Fasern in ganzer Schärfe hervor, ebenso die intensiv rot gefärbten Bindegewebszellen. Diese Methode ist allerdings in bezug auf das Methylblau sehr launisch, da schon das Umrühren der Färbflüssigkeit in der Cuvette genügt, um die Färbkraft des Methylblau zu beeinträchtigen.

Die Papille stellt, wie sich aus Längsschnitten ergibt, eine unmittelbare Fortsetzung der inneren Balglamelle dar. Die äußere Lamelle sendet keine Fasern in die Papille, sondern verdickt sich nach oben, indem sich die hier meistenteils senkrecht zur Haarachse verlaufenden Fasern etagenförmig übereinanderlagern und so ein Polster bilden, auf dem die Papille ruht. Nach Bonnet (16) ist die Papille eine Fortsetzung des Haarbalges, ohne Unterschied, ob des inneren oder des äußeren, nach Löwe (15) dagegen direkt von der äußeren Balglamelle abzuleiten. Duval (14) und Rawitz (21) schreiben ihr eine fibrilläre, ungeordnete Struktur zu (cf. Tafel III,

Fig. 1 a_2). Die ursprünglich recht starken elastischen Fasern der äußeren Lamelle zerteilen sich bei der Bildung des Polsters dichotomisch in kleinere Fäserchen und verflechten sich nach oben hin immer enger, so daß sie in dem höchsten Teile der Kuppe engmaschige Netze bilden. Hierbei ändern die Fasern ihre Hauptrichtung nicht, sondern verlaufen stets senkrecht zum Haarschaft. In das Polster münden die Balken des cavernösen Körpers seitlich ein, die Fasern der inneren Balglamelle dagegen biegen sich, sowie sie auf die Konvexseite des Polsters stoßen, nach oben um und drängen sich zwischen den Gefäßen und dem Kopf der Haarmatrix in die Papille ein. Sie bilden hier das Gewebe des Papillenhalses. Um sich ein anschauliches Bild von dem Eintritt des Balggewebes in die Haarzwiebel zu machen, denke man sich in die Grundfläche eines geraden Kreiskegels ein Loch in Form eines kleinen zentralen Kreises eingebohrt und durch dieses ein Bündel feinster Fäden in den Kegel eingeführt. Dann entspricht der Kegel dem Papillenraum, die kreisförmige Öffnung mit den Fasern dem von Gewebe erfüllten Papillenhals und der Rest der Grundfläche, der als Kreisring auftritt, der Oberseite der ringsum eingefalzten Haarmatrix.

Beim Eintritt in die Papille sind die Fasern, unter denen die elastischen in weitaus überwiegender Mehrzahl vertreten sind und eine ansehnliche Stärke erreichen, leicht gewellt (Tafel V, Fig. 6). Je nach der Stärke der auftretenden Wellenlinien kann man zwei Regionen der Fasern unterscheiden, eine zentrale und eine periphere. Die periphere Partie ist von Anfang an stark gewellt und paßt sich der Begrenzung des Papillenhalses und Papillenbodens an, d. h. sie passiert wie die übrigen Fasern erst den Papillenhals, biegt dann aber in scharfem Bogen längs des untersten Randes der Papille um und hält sich stets in paralleler Richtung mit dem Boden der Papille. Diese Faserlage verläuft also der Hauptsache nach senkrecht zur Haarachse und besteht aus einem Bündel mehrerer übereinandergelagerter, gleichartig gekrümmter Fasern. In der Nähe des Randes werden die Wellenlinien undeutlicher und machen einem locker gelagerten Bindegewebe Platz, das auch die unmittelbar über den Fasern gelegene Partie erfüllt, etwa in der Weise, daß auf Längsschnitten jederseits in der untersten Ecke ein Dreieck von diesem Gewebe erfüllt wird.

Die zentrale Gewebsmasse tritt in Form von längsverlaufenden und leicht gekrümmten Fasern in die Papille ein und breitet sich hier strahlenförmig über die ganze Papille aus (Tafel III, Fig. 1 g). Dies geschieht im untersten, äußerlich weiß erscheinenden Teile der Papille. Sobald die äußersten Fasern den Rand erreicht haben, schlagen sie alle die Längsrichtung ein und beginnen, sich nach Art von Wellenlinien regelmäßig zu kräuseln. Die Kräuselung, die zunächst nur schwach auftritt, erreicht mit vollständig transversalen Krümmungen ihren Höhepunkt und nimmt allmählich wieder soweit ab, bis die Fasern jede wellenartige Krümmung verloren haben. Diese Erscheinung betrifft alle Fasern in gleicher Höhe der Papille und in gleicher Weise. Sie krümmen sich so gleichartig, daß die Wellenlinien genau parallel zu einander verlaufen, und die Wölbung der einen genau in die der Nachbarfaser hineinpaßt. Nach der Krümmung sind die Fasern stärker ausgebildet als vorher und lockerer gelagert (Tafel VI, Fig. 7, 8). Jede starke Faser erscheint auf den ersten Blick doppelt kontouriert und hyalin, bei näherer Betrachtung jedoch zeigt es sich, daß sie aus einem Bündel feinster, einfach kontourierter Fasern besteht. Die Fäserchen sind meist spiralig um eine Mittelachse gedreht und auf Längsschnitten schräg zur Hauptachse des Faserbündels gelagert. Sie bilden deutliche Anastomosen, während sie kurz nach dem Eintritt in die Papille dichtgedrängt und parallel nebeneinander herliefen und nur durch dünne Fäden miteinander verbunden waren. Unter den Verzweigungen finden sich die verschiedensten Arten vor: z. B. spaltet sich eine stärkere Faser in zwei oder mehr ebenso starke, oder es löst sich von einer Hauptfaser ein kleiner Ast ab und verbindet sich mit einem benachbarten zu einer neuen größeren Faser.

Ungefähr in der Mitte der Papille nehmen die Fasern eine andere Richtung ein und wandeln sich von längsverlaufenden zu querverlaufenden um. Dieser Übergang, der sich am besten auf Querschnitten studieren läßt, vollzieht sich in der Weise, daß sich zunächst die ziemlich kompakten Faserbündel lockern und allmählich eine immer schrägere Richtung annehmen. Auf Querschnitten macht sich diese Umwandlung dadurch geltend, daß die anfangs senkrecht zur eigenen Achse getroffenen Fasern immer schräger angeschnitten werden, und dadurch immer

längere Querschnittsbilder der Faserbündel entstehen. Bei vollständiger Umordnung kann man die Fasern der ganzen Länge nach wie auf Längsschnitten verfolgen. Da jedoch von der Änderung der Richtung nicht alle Fasern zugleich betroffen werden, so trifft man häufig längsverlaufende neben querverlaufenden an. In diesen Fällen umschließen die Querfasern mehrere Längsfaserbündel, sie zu einem größeren Bündelkomplex vereinigend. Ungefähr wie man ein Paket mit Schnur umwickelt, so umspinnen diese Querfasern längsverlaufende Faserpakete. Dabei anastomosieren die Querfasern, die niemals die Stärke der früheren Längsfasern erreichen, miteinander und endigen oder entspringen an den Faserpaketen. Ist die Umordnung aller Fasern vollzogen, so kann man eine rasche Abnahme des Fasergewebes in dem Maße bemerken, wie die Gefäße an Größe wachsen. Die Fasern werden hier ganz und gar als Stützelemente der Gefäßwände aufgebraucht und sind in der Spitze der Papille gänzlich verschwunden.

4. Die Gefässe.

Das Gefäßsystem der Papille besteht aus Arterien und Venen, deren Verlauf und Struktur sich nur auf Querschnitten deutlich studieren läßt. An der Hand einer Querschnittserie, die durch die Papille vom Boden bis zur Spitze geführt ist, gewinnt man ein übersichtliches Bild über die Ausbreitung der Gefäße in der Papille.

Im Zentrum der den Papillenhals durchziehenden Fasern liegt die unregelmäßig gestaltete Hauptarterie. Von anderen mit besonderer Wandung versehenen Gefäßen ist in dieser Region nichts zu bemerken, nur deuten einige äußerst feine Spalten im Gewebe darauf hin, daß hier vielleicht die Ausführungsgänge von Venen zu suchen seien. Jedenfalls habe ich niemals die Hauptvene als geschlossenes Gefäß bis zur Austrittsstelle aus der Papille verfolgen können. Sobald die Fasern und Gefäße in die eigentliche Papille eintreten, zeigt diese ein wesentlich anderes Bild. In der zentralen dichtgedrängten Bindegewebspartie, die sich durch ihre dunklere Färbung von dem peripheren, etwas lockerer gelagerten Gewebe abhebt, liegt die Hauptarterie, die mit ihrer nunmehr länglichen Gestalt etwa

einer spaltförmigen Öffnung im Gewebe gleicht (Tafel VI, Fig. 9). Um die Mitte gruppieren sich in konzentrischen Ringen kleinere Gefäße, unter denen sich gewöhnlich zwei bis drei Arterien und viele Venen befinden. Sie sind zum Teil rund, zum Teil polygonal und gezipfelt. Auch die spätere Hauptvene zeichnet sich schon hier durch ihre Lage unmittelbar neben der Hauptarterie und ihre alle anderen Venen überragende Größe aus. Von den im Zentrum gelegenen Gefäßen zweigen sich nun ungezählte feinste Venenröhrchen mit wohlausgebildeter Wandung ab und ziehen, unmittelbar am Boden der Papille entlanglaufend, zum Rande, wo sie nach oben umbiegen und als ein Venensaum mit allerfeinsten Öffnungen den Papillenrand ringsum besetzen (Tafel IX und X, Fig. 17, 19 und 20).

Man hat demnach drei Gefäßgruppen zu unterscheiden. Das Blut wird 1. durch Arterien in die Papille gepreßt und kann nun 2. durch die Hauptvene, die die ganze Papille durchzieht, und durch die kleineren Venen, die teilweise in den cavernösen Körper münden, 3. durch die Randcapillaren, die sich mit den kleineren Venen wieder vereinigen, abfließen.

Im Verhältnis zum Gewebe nehmen die Gefäße im unteren Teile der Papille einen sehr kleinen Raum ein, da die Gewebsmassen zwischen dem Rande und dem Zentrum, abgesehen von den nur am Boden dahinziehenden Venen, von Gefäßen frei sind. Wir befinden uns hier in der Region, in der noch das Bindegewebe vorherrscht, und die sich äußerlich durch ihre weiße Farbe charakterisiert.

Die Ausbreitung und Verzweigung der Gefäße wird nun dadurch eingeleitet, daß diese an Stärke allmählich zunehmen und sich mehr und mehr vom Zentrum entfernen, unter steter Verzweigung allmählich den ganzen Papillenraum einnehmend. Während die Hauptarterie im Zuge durch die ganze Papille überhaupt nur wenige Äste abgibt, so daß sich in der Höchstzahl nur drei wohlausgebildete Arterien vorfinden, sind es hauptsächlich die Venen, die sich so reichlich verzweigen. Die Hauptvene, die als Beispiel für alle Arten der typischen Verzweigung dient, gibt entweder Äste ab, die als selbständige Venen die Papille durchziehen, oder verbindet sich durch kurze Querfasern mit benachbarten Venen oder, was sehr merkwürdig ist, nimmt eine kleinere Vene für ein kurzes Stück in ihr Lumen auf, entläßt sie aber bald wieder ins Gewebe als selbständige

Vene. Hierbei verschwindet die Vene niemals ganz im Lumen der Hauptvene, sondern verschmilzt mit ihr nur soweit, daß die Scheidewand zwischen beiden auf ein kurzes Stück entfernt ist, die Lumina beider Venen dagegen durch vorspringende Zapfen (auf Querschnitten) getrennt bleiben. Bei der erneuten Abtrennung zerfällt die kleinere Vene regelmäßig in mehrere Gefäße. Da sich diese Art von Verzweigung, die mehr einer Anastomosenbildung ähnelt, unzählige Male an der Hauptvene und den kleineren Venen wiederholt, so macht die ganze Gefäßausbreitung den Eindruck einer netzförmigen Verzweigung, wie sie bei anderen Säugetieren von Dietl (12), Duval (14), Bonnet (16), Ksjunin (19) auf Injektionspräparaten gesehen, aber niemals anatomisch begründet wurde.

Die Ausbreitung der Gefäße erreicht im zweiten Drittel der Papille, das äußerlich durch die rotbraune Farbe kenntlich wird, ihren Höhepunkt. Die Arterie hat bis dahin ihre Gestalt vielfach geändert. Die längliche Gestalt hat sich zu einer annähernd viereckigen Öffnung umgebildet, wobei die Wände wie eine Art Polster ihre Konvexseite dem Lumen zugekehrt haben. Unter fortwährender Richtungsänderung des größten Durchmessers werden die Ecken sogar zu Zipfeln, die mit ihren Spitzen in das umgebende Gewebe hineinragen. Diese runden sich jedoch bald wieder ab. Schließlich nimmt die Arterie zunächst eine ovale, dann kreisrunde Gestalt an, die bis zum Ende der Papille beibehalten wird. Nur das Lumen verengert sich entsprechend der Verjüngung der gesamten Papille.

Die Hauptvene erreicht in der erwähnten Region einen Durchmesser, der mindestens zehnmal so groß ist wie der der Hauptarterie (Tafel VII, Fig. 10). Um einen Begriff von der Mächtigkeit der Gefäße zu geben, seien die natürlichen Maße des durch Fig. 10 wiedergegebenen Schnittes angeführt:

Kurzer Durchmesser der Vene:	301 μ
Langer „ „ „	409 μ
Lumen der Arterie ohne Adventitia:	28 μ
„ „ „ mit „	129 μ
Kurzer Durchmesser der Papille:	945 μ
Langer „ „ „	1269 μ

Die Maße des auf Tafel IX, Fig. 17 wiedergegebenen Präparates sind:

Kleiner Durchmesser der Vene:	267 μ
Großer „ „ „	284 μ
Kleiner Durchmesser der Papille:	419 μ
Großer „ „ „	783 μ

Die kleineren Venen folgen der Hauptvene an Mächtigkeit. Je näher der Spitze, um so mehr dominiert die eine große Hauptvene in der Papille, indem sie die kleineren teilweise in sich aufnimmt, teilweise zum Rande drängt. Sie erstreckt sich hier fast von einer Längswand der spindelförmig durchschnittenen Papille bis zur anderen und läßt nur in den Spitzen der Spindel Raum für die Arterie und mehrere größere Venen. Das Papillengewebe verschwindet mehr und mehr, so daß schließlich nur noch Gefäße die Papille erfüllen. Die Fasern haben sich gewissermaßen auf die Venenwände niedergeschlagen, die hier im Vergleich zu unteren Schichten und zum Lumen eine weit stärkere Wandung besitzen und sich mit ihren Wänden unmittelbar gegeneinander stützen.

Das Gefäßnetz in der Spitze wird hinter der ausführlichen Darstellung des Arterien- und Venenverlaufes näher besprochen werden.

a) Arterien.

Wie Baum (43) und Bärner (44) festgestellt haben, erfahren die Wandungen der Blutgefäße je nach ihrer Lage im Gewebe eine verschiedenartige Ausbildung. Es herrscht das Prinzip vor, bei der Gefäßwand nach Möglichkeit Faserschichten auszuschalten, sobald das umliegende Gewebe imstande ist, die Funktion der fehlenden Schichten unter leichter Modifikation der eigenen Struktur zu übernehmen. So führt z. B. Bärner die Beobachtung von Baum an, daß dem Schädelknochen benachbarte Arterien an der Anlagerungsstelle Wandverdünnungen zeigen, da der Knochen einen Teil der Funktion der Arterienwand übernommen hat. Auch bei den Wandungen der Papillengefäße ist ein ähnliches Prinzip durchgeführt, und die genaue Verfolgung der Gefäße, zunächst der Arterie, wird entsprechende Aufschlüsse darüber geben.

Die in die Papille eintretende Hauptarterie zweigt sich von der Arteria subpapillaris ab und gelangt ungefähr im Zentrum des eintretenden Bindegewebes in etwas schräger Richtung

in die Papille, verläuft aber bald in gerader Richtung weiter. In ihrer Wand finden sich die Schichten entwickelt, die man gewöhnlich bei Arterien ausgebildet sieht: Epithel, Elastica interna, Media, Elastica externa und Adventitia. Das Epithel zeigt die Form kleiner polygonaler, meist viereckiger Zellen, die bald schmal, bald etwas breiter ins Lumen der Arterie hineinragen. Die im unteren Abschnitt stark entwickelte Elastica interna trennt als leicht gewellte Lamelle von typisch elastischer Natur das Epithelrohr von der Media. Sie scheint manchmal, mit der Weigert'schen Lösung tiefblau gefärbt, doppelt vorhanden zu sein, indem zwei parallel gewellte Faserlamellen auf ein kurzes Stück konzentrisch nebeneinander verlaufen. In höheren Partieen verliert sie ihren Charakter als elastische Membran mehr und mehr und nimmt, wie die Färbung zeigt, rein bindegewebigen Charakter an. Nach der Spitze zu verliert sie allmählich an Stärke, bis sie schließlich im obersten Ende der Papille nicht mehr in die Erscheinung tritt. Die Media zeigt die typische Anordnung der Muskelzellen, sie ist am breitesten entwickelt und von einer zirkulär verlaufenden elastischen Faserlamelle durchzogen, die sich bald an die Elastica interna anlehnt, bald sich von ihr entfernt. Je mehr sich die Arterie der Spitze nähert, um so schmaler wird die Muskelschicht und besteht schließlich aus zwei konzentrischen, dicht aneinandergelagerten Ringen. Die elastischen Fasern sind allmählich an die Außenseite gerückt und haben sich mit der Elastica externa vereinigt. Diese erscheint anfangs sehr schmal, verstärkt sich jedoch später durch die ebenerwähnten Fasern zu einer ansehnlichen elastischen Membran, die leicht gewellt die Media umgibt. In größerer Nähe der Spitze rückt sie von der Media ab und bildet zwischen sich und dieser die sogenannte innere Adventitia.

Die Adventitia wird nun, wie ich unzweifelhaft festgestellt habe, nicht von der Arterienwand hervorgebracht, sondern stellt sich als eine Modifikation des Papillengewebes dar. Beobachtet man den Eintritt der Arterie in das Papillengewebe genauer, so bemerkt man, daß sie im Grunde genommen einer Adventitia entbehrt. Um die Arterie erstreckt sich ein freier Raum, den nur einzelne von der Arterie abgehende Fasern durchziehen. Das nächstliegende Gewebe ist von sehr lockerer Struktur und kommt als Adventitia zunächst nicht in Betracht. Allmäh-

lich rückt aber das Gewebe dichter an die Arterie heran und nimmt eine konsistentere Beschaffenheit an (Tafel VI, Fig. 9 b). Sobald es sich an die Elastica externa anlegt, nimmt es Formen an, die den Eindruck erwecken, als ob Protuberanzen aus der quergeschnittenen Arterie gegen das Papillengewebe vorschießen (Tafel VII, Fig. 11 c, 12 b, Tafel VIII, Fig. 13 b). Von hier an kann man von einer regelrecht ausgebildeten Adventitia der Arterie sprechen. Die Umwandlung des so in den Bereich der Arterienwand neu einbezogenen Gewebes schreitet allmählich weiter fort. Es nimmt eine zirkuläre Faserung an und schlängelt sich in vielen parallelen Wellenlinien um die Arterie herum, an einigen Stellen stärkere Vorsprünge gegen die Umgebung bildend. In der Region der Querfasern gehen auch die zirkulären Fasern der Adventitia ohne besondere Umordnung in das benachbarte Gewebe über und stellen so eine unmittelbare festigende Verknüpfung von Papillengewebe und Gefäßwand her. Im weiteren Verlaufe teilt sich die Adventitia in zwei verschieden geartete Schichten, eine innere und eine äußere Adventitia (Tafel VIII, Fig. 14 b, d), von denen die innere hauptsächlich die elastischen Elemente, die äußere nur Bindegewebsfasern besitzt, die die Struktur des in seinen Elementen längsverlaufend angeordneten Papillengewebes zeigen, aber vorwiegend quer verlaufen. Beide Teile sind durch eine starke elastische Faserlamelle, die ehemalige Elastica externa, die sich von der Media mehr und mehr losgelöst hat, von einander getrennt (Tafel VIII, Fig. 14 a). Diese ist reichlich gewellt und nimmt in ihren Hauptzügen verschiedene Formen an, z. B. umgibt sie die Arterie in Form eines Dreiecks oder eines Herzens (14 a), bald in Form einer Ellipse oder Spindel (Fig. 15 a); die Arterie selbst liegt dann entweder zentral oder exzentrisch innerhalb des Membranrohres. Die Gestalt der Lamelle richtet sich vollständig danach, wie die Arterie zwischen den übrigen Gefäßen der Papille Platz findet. Zwischen der Membran und der Arterienmedia befindet sich basal eine Anzahl von konzentrisch verlaufenden elastischen Fasern, apikalwärts legen sie sich alle der Membran innen an, und an ihre Stelle tritt ein Bindegewebe mit undeutlich entwickelten Radiärfasern, die strahlenförmig von der Mitte zur Elastica externa verlaufen. Außerhalb der Membran befindet sich die äußere Adventitia in Form von modifiziertem Bindegewebe, das anfangs noch regel-

mäßig gewellte Fasern zeigt; in höheren Regionen werden jedoch die Wellenlinien unregelmäßiger und verschwinden schließlich ganz und gar (Fig. 15 d). In größerer Nähe der Papillenspitze verschwindet die Adventitia vollständig, wohl aus dem Grunde, weil hier kein Platz mehr für eine wohlausgebildete äußere Adventitia vorhanden ist; so besteht als definitive Umhüllung der Arterienwand eine starke elastische Lamelle, in der die Arterie wie in einer Hülse steckt (Fig. 15 a). Im Verhältnis zum Lumen der Arterie nimmt die Elastica externa einen ungemein großen Raum ein.

Ein Vergleich der Papillenarterie mit der oben erwähnten Schädelarterie zeigt, daß auch hier das umliegende Gewebe die Funktion eines Teiles der Arterienwand, der Adventitia, übernommen hat. Die Anpassung des Papillengewebes geht sogar so weit, daß es die Adventitia der Arterie durch Abänderung der eigenen Struktur vollständig ersetzt, während die Schädelarterie an der betreffenden Stelle nur eine Verdünnung ihrer Wandschichten zeigt.

b) Venen.

In noch höherem Maße als bei der Arterienwand beteiligt sich das Papillengewebe an dem Aufbau der Venenwand. Sie ist bei allen Venen nach demselben Plane aufgebaut und läßt sich in ein Endothel und eine Media, wie die Schicht vorläufig heißen mag, zerlegen. Beide sind durch eine feine Haut, die Elastica interna, von einander getrennt; jedoch besteht diese Elastica nicht aus typisch elastischem Gewebe, sondern aus starkfaserigem Bindegewebe, dessen Natur ungefähr die Mitte einhält zwischen elastischen und Bindegewebsfasern (Tafel VII, Fig. 10).

Das Endothel ist bedeutend schwächer als bei Arterien ausgebildet und besteht aus spindelförmigen, mit zugespitzten Enden versehenen Zellen, die der Elastica interna eng anliegen. Im Gegensatz zu den oberen Regionen der Papille, in denen das Endothel im Vergleich zur Media nur wenig in die Erscheinung tritt, bemerkt man am Grunde der Papille größere Endothelzellen, die sich durch ihren gekörnten Inhalt deutlich von der Media abheben.

Die Media bietet nun ein interessantes Objekt dar, die Anpassungserscheinungen des Papillengewebes an ihre Funktion

als Stützelemente von Gefäßen eingehend zu studieren. Hatten wir schon bei der Arterie wahrgenommen, daß die Papille durch Umbildung ihres Gewebes zunächst die gesamte Adventitia, späterhin nur einen Teil derselben hervorbringt, so wird es auch bei der Vene zur Gewißheit, daß das Papillengewebe einzig und allein sämtliche Elemente der Venenmedia liefert. Verfolgt man nämlich die Hauptvene, die hier die analogen Verhältnisse der kleineren Venen wiederspiegelt, von ihrem Eintritt in die Papille an bis zur feinsten Spitze, so gewahrt man, daß zunächst noch im Papillenhalse die spaltförmige Vene von keinerlei modifiziertem Bindegewebe umschlossen wird. Sobald die Vene in die eigentliche Papille eintritt, wird das Gewebe in unmittelbarer Nähe des Gefäßlumens dichter und färbt sich auch intensiver als die übrigen Partieen. Aus diesem dichteren Gewebe heraus entwickelt sich allmählich eine besondere Begrenzungslamelle von zunächst noch sehr undeutlicher faseriger Struktur. Obwohl sich die längsverlaufenden Fasern der Papille in unmittelbarer Nähe des Venenlumens allmählich in querverlaufende umwandeln, so ist von deutlich hervortretenden Zirkulärfasern zunächst noch nichts zu bemerken, vielmehr macht die Wand auf Querschnitten den Eindruck eines homogenen Kreisringes. Allmählich lockert sich das Gewebe der Media, und aus der vorher strukturlosen Fasermasse sieht man jetzt mehr und mehr einfach kontourierte Fasern in Gestalt von dunklen Linien hervortreten. Sie verlaufen zunächst stark gewellt und erinnern an die Fasern der Arterienwand (Tafel IX, Fig. 16 a). Im ausgebildeten Zustande verlieren sie die wellenartige Kräuselung und umziehen in großer Anzahl und zu kompakten Bündeln vereinigt als Zirkulärfasern das Venenlumen, indem sie bald einander parallel verlaufen, bald sich mit einander verflechten.

Wenn wir den Verlauf der Vene verfolgen, so ist ersichtlich, daß sie die Papille mit sehr gering entwickelter Wandung betritt, indem sich das sie abgrenzende Papillengewebe anfangs der Struktur nach fast indifferent verhält. Bald aber schließt es sich enger zusammen, was sich in der intensiveren Färbung kund gibt, und bildet so den Anfang einer Adventitia, deren längsverlaufende Fasern zu locker gelagerten und späterhin zu gleichmäßig strukturierten Zirkulärfasern umgewandelt werden. Eine Bestätigung findet der vorwiegend bindegewebige Cha-

rakter der Venenmedia durch die Färbung mit Resorcin-Fuchsin; denn bei der Tingierung nehmen die Ringfasern einen violetten Ton an, während sich die typisch elastischen Fasern der Arterie tiefblau färben. Ich möchte daher die Fasern der Media 1. wegen ihres Ursprunges, 2. wegen ihrer Färbbarkeit als Fasern von elastoider Substanz ansprechen, wie es Hoyer und andere Forscher (37—42) in ihren Arbeiten über die capillaren Venen der Milz getan haben. Hoyer (37) kommt hier zu dem Schluß, daß die Ringfasern um die capillaren Venen sich als Reticulumfasern darstellen, die „infolge der bedeutenden Zunahme des Venenumfanges und der Steigerung des Blutdruckes nicht nur eine eigenartige Anordnung, sondern auch bezüglich ihrer Struktur die Eigenschaften von elastischem Gewebe (elastoider Substanz) annehmen".

Der mehr bindegewebigen Natur der Ringfasern entspricht es, daß sie sich gegebenenfalls durch Bindegewebsfasern verstärken. Diese Verstärkung der Venenwand findet in den meisten Fällen dann statt, wenn die Wand am umliegenden Gewebe gegen den inneren Blutdruck keinen Halt mehr findet und durch besonders umgebildete faserige Bindegewebslamellen gestützt werden muß; in einigen Fällen tritt die Verstärkung auch ein, wenn sich die Abzweigung eines Gefäßes vorbereitet, oder wenn zwei Gefäße bis zur Berührung aneinander rücken. Dies geschieht besonders in den mittleren und oberen Regionen der Papille, in denen die Bindegewebsfasern recht spärlich entwickelt sind. Betrachtet man z. B. ein Stück einer Venenwand, das in unmittelbarer Nähe der Randcapillaren liegt (Tafel IX, Fig. 17 a), so wird schon aus der Lage der Vene klar, daß jeder Druck, der von innen auf die Wand wirkt, auch die Randcapillaren in Mitleidenschaft ziehen würde, und diese andrerseits dem Drucke nicht genügend standhalten können. Um daher eine allzu starke Dehnung oder ein Zerreißen der Venenwand zu verhüten, sind der ursprünglichen Wand noch einige Faserbündel von kolossaler Mächtigkeit in konzentrischen Bögen angelagert. Die hinzugekommenen Faserbündel sind gewöhnlich stärker entwickelt als die ursprüngliche Wand und durch schmale Zwischenräume von einander getrennt. So habe ich bis zu vier angelagerte Faserbüntel feststellen können. Neben der Verstärkung einer einzigen Venenwand kommt es auch zu akzessorischen Faserbildungen, die zwei benachbarte Venen zugleich be-

treffen. Berühren sich nämlich die Wände zweier Venen nahezu, so platten sich die Gefäßlumina an der Berührungsstelle ein wenig ab, und beide Wände nehmen zu einander parallele Richtungen an. Zwischen beiden befindet sich meistens noch ein schmaler Spalt, in den sich dichtgedrängte Bindegewebsfasern in reichlicher Menge hineinbegeben, so daß die betreffende Stelle oft das Aussehen einer nahezu homogenen Faserplatte erhält. Noch mehr ist dies der Fall, wenn sich beide Venen bis zur unmittelbaren Berührung einander nähern. Man sieht dann, wie die Faserbündel von einer Vene zur andern übertreten (Tafel IX, Fig. 18 b), sich kreuzweise verschlingen und, an der fremden Wand angelangt, sich so unter die schon vorhandenen Faserbündel schieben, daß sie sich wie ein Keil in die Wand seitlich eintreiben und dann unmittelbar in die Media mit hinein verflochten werden. Bisweilen geht die Berührung nicht so regelmäßig von statten, vielmehr werden, besonders in den höheren Regionen der Papille, die Gefäße wegen Platzmangels so dicht aneinander gepreßt, daß eine der beiden Venenwände teilweise eingedrückt wird. Hier lassen sich dann die beschriebenen Übergänge der Ringfasern nicht beobachten.

Eine unmittelbare Berührung zweier Venenwände deutet gewöhnlich darauf hin, daß sich hier die Vereinigung beider Venen vorbereitet. Sie geschieht immer in der Längsrichtung der Gefäße, niemals wie bei Arterien senkrecht zu beiden. Die Venen verlaufen zunächst ein beträchtliches Stück parallel zu einander; ihre Wände werden zu einer gemeinsamen Scheidewand und vom Zentrum der Berührungsstelle aus mehr und mehr rückgebildet, so daß sie mehrere Querschnitte hindurch als zwei von Bindegewebsfasern reich erfüllte Zapfen beide Lumina von einander trennen. Allmählich runden sich die Wandvorsprünge ab und treten so weit zurück, bis keine Krümmung der Wand mehr eine Trennung der Gefäße erkennen läßt.

Die Verstärkung der Gefäßwände durch Faserbündel erstreckt sich nicht nur auf einzelne Gefäße, sondern auch auf ganze Gefäßkomplexe. Besonders in der Übergangsregion von den längsverlaufenden zu den querverlaufenden Papillenfasern, jedoch noch dort, wo die längsverlaufenden überwiegen, kommt es zur Entwicklung von Querfasern (Tafel IX, Fig. 16 c), die sich tangential von einer Vene abzweigen, sich durch die Faserbündel hindurchschlängeln, eine neue Arterien- oder Venen-

wand tangential berühren und schließlich an einer Venenwand in derselben Weise endigen. Durch derartige Fasern wird ein Komplex von Gefäßen zu einem einheitlichen Ganzen vereinigt und erhält so eine stärkere Stütze. Wir müssen annehmen, daß hier Längsfasern ihrer Struktur wegen nicht in der Lage sind, eine Stütze der Gefäße in derselben ausgiebigen Weise wie Qurfasern abzugeben.

c) Gefäßsystem der Spitze.

Besondere Beachtung verdient der Verlauf der Gefäße in der Papillenspitze, da es sich hier vor allen Dingen um die Endigungsweise der Arterien und Venen handelt. Was zunächst die Venen, speziell die Hauptvene betrifft, so verändert sich die Struktur ihrer Wände überhaupt nicht. Die Media wird nur entsprechend der Verjüngung der Papille dünner, auch das Lumen verkleinert sich, nimmt jedoch im Verhältnis zur Stärke der Wand einen beträchtlichen Raum ein. Anders dagegen gestaltet sich der Verlauf der Arterie; hier ändert sich der Aufbau der Schichten merklich und verhältnismäßig schnell. In der inneren Adventitia treten kleine längsverlaufende zylindrische Hohlräume auf, die die Radiärfaserung zerstören und dem Gewebe ein poröses Aussehen verleihen. Sie stellen Gefäße, und zwar kleinste Capillaren dar, die jedenfalls der Ernährung der Gefäßscheiden dienen. Dies wurde mir aus der Tatsache klar, daß kleine Capillaren die Elastica externa durchbrechen und sich unter Auflösung in verschiedene Äste mit den innerhalb der Faserlamelle schon vorhandenen Capillaren vereinigen, jedoch nicht mit der Arterie selbst. Je näher man der Spitze kommt, um so mehr wird die Elastica externa rückgebildet, bis sie schließlich vollständig verloren geht. Die innere Adventitia wird nunmehr ganz und gar in das gefäßreiche Gewebe der Papille mit einbezogen. Die Arterie erhält jetzt nach Bau und Funktion das Aussehen einer Vene; denn auch die zuletzt nur noch spärlich vorhandenen muskulösen Elemente sind gänzlich verschwunden. Die bisher als Media fungierende Gefäßscheide behält ihre zirkuläre Struktur bei und bildet von nun an allein die Wand des Gefäßes. Auf Grund dieser Tatsache erschien es oben angebracht, die Venenwand als Media zu bezeichnen. Das Endothel besitzt keine deutliche Zellstruktur, sondern tritt nur noch in Gestalt eines allerfeinsten Häutchens

auf. Die Abzweigungen treten etwas zahlreicher auf als in den mittleren und unteren Partieen und vereinigen sich entweder mit den Randcapillaren oder mit den mehr zentral liegenden Gefäßen. Die nach dem Rande zu abgehenden Äste verlieren sofort nach der Abzweigung ihre Elastica externa und vereinigen sich entweder mit den schon vorhandenen Randgefäßen oder bilden neue Capillaren, die dann als Gefäße desselben Typus in die Reihe der übrigen Capillaren eintreten. Es scheint mir dies ein wichtiges Moment zu sein, daß die Randcapillaren unmittelbar von der Hauptarterie mit Blut versorgt werden. Die nach den inneren Gefäßen abgehenden Äste behalten zunächst noch die Elastica externa, verlieren sie dann aber in derselben Höhe wie die Hauptarterie. Auch unmittelbare Verbindungen von Hauptarterie und Hauptvene, die bisher durch keinerlei Zwischengefäße vereinigt waren, habe ich wahrnehmen können. Z. B. zweigte sich eine Arterie von der Hauptarterie ab und vergrößerte sich zusehends so weit, daß sie die Hauptarterie wie mit einem von einer starken elastischen Lamelle umzogenen Blutring zum großen Teile umgab. Dieser Blutraum öffnete sich an seinem schmalen Ende und ergoß sich in die benachbarte Hauptvene. Gleichzeitig verlor die Elastica externa ihren Charakter als elastische Membran. Das andere Ende des unvollständigen Blutringes erstreckt sich bis zur Peripherie und gestaltete sich bald darauf zu einer Randcapillare um.

Nachdem also die Elastica externa verschwunden ist, fehlt jedes elastische Element in der Papille, und statt der beiden Gefäßarten, Venen und Arterien, durchsetzen nur noch Gefäße von venösem Charakter die Papille. Es besteht unter ihnen das Bestreben, möglichst viele Gefäße zu einem größeren zu vereinigen, das immer deutlicher zur Durchführung gelangt. Die größeren Gefäße resorbieren hierbei die kleineren und nehmen sogar auch Randcapillaren in ihre Lumina auf, so daß sich oftmals ein größeres Gefäß in gleicher Weise über die zentrale wie über die periphere Partie ausbreitet. Schließlich ist die Vereinigung so weit gediehen, daß nur noch wenige größere Venen, unter denen sich auch die Hauptvene befindet, den größten Teil der Papille ausfüllen. Sie besitzen einen birnförmigen Querschnitt und lagern sich mit den zugespitzten Enden ineinander gekeilt. Die Verminderung der Gefäße schreitet jedoch immer weiter, und zwar so weit, bis nur noch zwei pa-

rallele, schlauchförmige Lumina durch Auflösung der ausgebauchten Venenwände entstehen, deren längste Durchmesser auf den vorhergehenden senkrecht stehen. Diese letzten beiden Gefäße vereinigen sich dann unter schlingenförmiger Umbiegung und schließen so das Gefäßsystem der Papille in der Spitze ab, was schon Schrön (9), Odenius (10), Duval (14), Rawitz (21) und besonders Unna (23) durch Injektionsversuche für andere Säugetiere bewiesen haben.

Überblickt man noch einmal im Zusammenhange die Elemente, welche die Papille ausfüllen, so lassen sich anatomisch drei Abschnitte unterscheiden, die so ziemlich mit den drei durch verschiedene natürliche Färbungen gekennzeichneten Abschnitten zusammenfallen. Ihr Charakter wechselt je nach dem Überwiegen von Bindegewebe oder Blutgefäßen.

Im ersten, untersten Abschnitt überwiegt das Bindegewebe. Es ist regelmäßig und längsverlaufend ausgebildet. Die Blutgefäße sind verschwindend klein und englumig im Verhältnis zum Gewebe, sie bilden wenig Verzweigungen. Die Fasern beteiligen sich dadurch am Aufbau der Gefäßwände, daß sie bei Arterien die Adventitia, bei Venen die Media entstehen lassen.

Im zweiten, mittleren Abschnitt halten sich Bindegewebe und Blutgefäße an Ausdehnung so ziemlich das Gleichgewicht. Die Längsfasern werden zu Querfasern. Die Gefäße erhalten weitere Lumina und beginnen, sich in reichen Verzweigungen über das ganze Papillengewebe auszubreiten. Das Gewebe nimmt dadurch Anteil am Aufbau der Gefäße, daß es zur Unterstützung der Venenwände Ringfasern absondert.

Im dritten, obersten Abschnitt überwiegen die Gefäße. Ihre Verzweigung ist so weit durchgeführt, daß sie in allen Größen bis hinauf zur Schlingenbildung die Papille einnehmen. Die Bindegewebsfasern sind fast gänzlich verschwunden.

Allen drei Abschnitten ist gemeinsam das Vorhandensein einer durch Größe gekennzeichneten Hauptarterie und Hauptvene und von feinen Randcapillaren.

d) Randcapillaren und innere Keimschicht des Haares.

Im Gefäßsystem der Papille sind noch als ein wichtiger Teil die Randcapillaren zu erwähnen (Tafel IX, X, Fig. 17b,

19a). Diese besetzen den Saum der Papille in dichter Anordnung, so daß sich, wie man auf Querschnitten sieht, eine Öffnung an die andere reiht, ohne viel Raum für intervasculäres Bindegewebe übrig zu lassen. Die Capillaren sind ähnlich den Venen gebaut; sie besitzen allerdings nur eine äußerst dünne Wand von Ringfasern, die sich trotz ihrer Feinheit meistens deutlich durch ihre festere Beschaffenheit von dem umgebenden Gewebe abhebt. Verzweigungen finden sich in großer Zahl sowohl unter den Capillaren selbst als auch zwischen ihnen und den übrigen Gefäßen der Papille vor. Oftmals sind die Capillaren so nahe an den Rand gerückt, daß sie zur Hälfte ihres Lumens über den Papillenrand hervorsehen, wodurch die Papille stellenweise ein höckeriges oder hügeliges Aussehen erhält.

Mit der Ausbildung der Randcapillaren steht die der oben erwähnten inneren Keimschicht des Haares in nahem Zusammenhang, die nur Leydig (8) beobachtet und unter der Bezeichnung „helle Substanz" in die Tasthaarliteratur eingeführt hat. Diese baut sich auf dem Grundgewebe auf, und zwar entsteht sie an dessen der Haarachse am nächsten gelegenen Rande aus kugelförmigen Zellen, die schon vor der Umbiegungsstelle der Matrix länglich werden und sich im allgemeinen im rechten Winkel an den Papillenrand ansetzen (Tafel III, Fig. 1h und 2h; Tafel X, Fig. 19c, 20a und b). Die Verbindung von Matrixzellen und Papillengewebe geschieht nun nicht durch einfache Anlagerung beider Massen, vielmehr sendet die Papille am Grunde verhältnismäßig starke Spitzen nach unten aus (Tafel X, Fig. 19b), an die sich die länglichen Zellen wie Eisenfeilspähne an eine Magnetnadel ansetzen. Zwischen den Spitzen wölbt sich der Papillenrand bogenförmig nach innen und bildet auch hier die Ansatzstelle für Zellen, die radiär nach dem Mittelpunkt des Bogens, sodann senkrecht nach unten verlaufen. Die Zellen sind mäßig breit und enden an der von der Papille abgewendeten Seite teilweise zugespitzt, teilweise abgestumpft. Von der Umbiegungsstelle an ändert sich die Natur des Papillenrandes, von hier an beginnt die innere Keimschicht des Haares: es treten hier unzählige feine Zäpfchen, die kleinen zugespitzten Stacheln ähneln, aus der Peripherie der Papillenfasermasse frei (Tafel X, Fig. 20b) hervor und tragen die Enden von schlauchförmigen oder keulenförmigen Zellen, die die Papille bis zur Spitze umgeben. Späterhin bilden sie die innere, von

Natur weiß erscheinende, hornartige Auskleidung des Haarmarkraumes. Die Kerne der Zellen sind rundlich und heben sich deutlich durch ihr gekörntes Aussehen von dem blaßgelb gefärbten Plasma ab. Sie liegen gewöhnlich am äußeren Ende der Zellen und bedingen durch ihre Gestalt oftmals eine Ausbauchung der seitlichen Zellwände.

An diese Lage, die sich mit Boraxkarmin und der Hansenschen Kernfärbung gut tingieren läßt, schließt sich eine parallellaufende, mit Boraxkarmin hellrotbraun gefärbte Schicht (Tafel III, Fig. 2g), deren spindelförmige Zellen längs zur Haarachse gelagert sind und an jedem Ende in eine feine Spitze auslaufen. Jedoch sind die Zellkontouren schon undeutlich. Kerne finden sich nur noch vereinzelt in die Masse eingestreut vor. Zu äußerst folgt dann der verhornte Teil des Haarschaftes, der sich der Färbung gegenüber indifferent verhält und weder Zellen noch Kerne zeigt.

Es fragt sich nun, welchem Zwecke diese zwischen Papille und Haarschaft gewissermaßen eingeschobene Zellmasse dient. Betrachtet man die Lage der Randvenen im Vergleich zu den Zellen der Keimschicht, so wird es im höchsten Grade wahrscheinlich, daß eine enge Beziehung zwischen Keimschicht und Capillaren besteht, die dahin zu deuten ist, daß die Capillaren die Ernährung der Zellmasse besorgen. Daß es sich tatsächlich um eine Vorrichtung zu einer ausgiebigen Ernährung eines Gewebes handelt, dafür spricht 1. die große Zahl der Randcapillaren, 2. daß sie nahe an den Rand verlagert sind und unmittelbar unter dem Epithel entlangstreichen, wobei sie sich teilweise vorwölben und meistens mit einer so dünnen Wand ausgestattet sind, daß diese sich mit dem Papillenrande deckt, 3. daß sie unmittelbar von der Arterie mit Blut versorgt werden und in die Venen rückläufig einmünden. Es besteht somit ein kräftiger Blutumlauf in den Capillaren, der es ermöglicht, auch die Zellen der Keimschicht mit genügend frischer Nahrung zu versehen. Ein solches Zirkulationssystem scheint geboten, wenn man bedenkt, daß die Keimschicht gerade die Substanz darstellt, aus der die Hornzellen des Haarschaftes abgeschieden werden. Dies lehrt sowohl die Form der Zellen als auch die Art ihrer Färbung.

Wir entnehmen aus beidem, daß am Papillenrande die lebenskräftigen, mit Plasma und einem keinerlei Symptome von

Atrophie aufzeigenden Kern versehenen Zellen vorhanden sind. Die Verhornung wird in der zweiten Schicht dadurch eingeleitet, daß sich die Zellen wie diejenigen des stratum corneum abplatten, allerdings nicht senkrecht zur Haarachse, sondern parallel zu ihr, da alle Teile des Haarschaftes nach der Spitze zu wachsen. Sie ist vollendet, sobald die Kerne verschwunden sind, und die ungefärbte Hornmasse keine Struktur mehr besitzt.

Drei Gründe sprechen also dafür, daß man die innere Keimschicht als eine hornbildende, von der Papille ernährte Substanz anzusehen hat, weil

1. sie sich auf dem Grundgewebe in unmittelbarer Nähe der Haarmatrix aufbaut;
2. ihre Zellen in demselben Maße, wie sie sich von der Papille entfernen, schwächer von Boraxkarmin gefärbt werden und sich parallel zur Haarachse abplatten;
3. eine Ernährung von seiten der Randcapillaren durch die enge Lagebeziehung zu ihnen höchstwahrscheinlich gemacht wird.

IV. Zusammenfassung.

Die Hauptergebnisse meiner Arbeit gipfeln in folgenden Punkten:

1. Die Borsten der Oberlippe von Trichechus rosmarus L. gehören in die Klasse der Sinushaare (schwellkörperhaltigen Tasthaare) mit vollständigem Ringwulst.
2. Die Papille ist in der Hauptsache Ernährungsorgan des Haares.
3. Das Gebiet der Haarmatrix ist auf die Stellen auszudehnen, an denen der Haarschaft die Papille unmittelbar umgibt (innere Keimschicht des Haares).

Literaturverzeichnis.

a) Biologie der Walroße.

1. Murie, On the Anatomy of the Walrus. Transaction of the Zoological Society of London. 7. 1872.
2. Sokolowsky, Biologische Beobachtungen über die Walroße des Hagenbeck'schen Tierparks in Stellingen. Sitz.-Ber. der Gesellsch. naturf. Freunde. 1907.
3. —,— Neues aus der Biologie der Walroße. Sitz.-Ber. der Gesellsch. naturf. Freunde. 1908.
4. Friedenthal, Tierhaaratlas. Jena 1911.

b) Schwellkörperlose Haare.

5. Bröcker, De textura et formatione spinarum et partium similium. Dorpati 1848.
6. Reißner, Beiträge zur Kenntnis der Haare. Breslau 1854.

c) Anatomie der Sinushaare.

7. Gegenbaur, Untersuchungen über die Tasthaare einiger Säugetiere. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. 3. 1851.
8. Leydig, Über die äußeren Bedeckungen der Säugetiere. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1859.
9. Schrön, Über die Form der Haarpapille in der Haut der Säugetiere und des Menschen. Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre. 9. 1865.
10. Odenius, Beitrag zur Kenntnis des anatomischen Baues der Tasthaare. Archiv für mikr. Anatomie. 2. 1866.
11. Beil, Über Nervenendigungen in den Haarbälgen einiger Tasthaare. Diss. Göttingen 1870/71.
12. Dietl, Untersuchungen über Tasthaare. Sitz.-Ber. der k. k. Akad. der Wissensch. zu Wien. Math.-naturw. Cl. 64,1. 1871; 66,3. 1872; 68,3. 1873.

13. Schöbl, Über die Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugetiere, sowie über die feinere Struktur derselben. Archiv für mikr. Anatomie. 9. 1873.
13a. Stieda, Zur Kritik der Untersuchungen Schöbls über die Haare. Abhandl. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. 6. F., 5. Bd. 1872. Abhandl. d. math.-naturw. Classe.
14. Duval, Note pour servir à l'étude de quelques papilles vasculaires (Vaisseaux des poils; substance médullaire des poils). Journal de l'anatomie et de la physiologie. 9. 1873.
15. Löwe, Bemerkungen zur Anatomie der Tasthaare. Archiv für mikr. Anatomie. 15. 1878.
16. Bonnet, Studien über die Innervation der Haarbälge der Haustiere. Morphol. Jahrb. 4. 1878.
17. Merkel, Über die Endigung der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere. Rostock 1880.
18. Günther, Haarknopf und innere Wurzelscheide des Säugetierhaares. Diss. med. Berlin 1895.
19. Ksjunin, Über das elastische Gewebe des Haarbalgs der Sinushaare nebst Bemerkungen über die Blutgefäße der Haarpapille. Archiv für mikr. Anatomie. 57. 1900/01.
20. Frédéric, Untersuchungen über die Sinushaare der Affen nebst Bemerkungen über die Augenbrauen und den Schnurrbart des Menschen. Zeitschr. für Morphol. und Anthropol. 8. 1905.
21. Rawitz, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Cetaceen: 5. Über den feineren Bau der Haare von Megaptera boops Fabr. und Phocaena communis Cuv. Internat. Monatsschr. für Anat. und Physiol. 23. 1906.
22. Japha, Über die Haut nordatlantischer Furchenwale. Zool. Jahrbb. Abt. Anat. 24. 1907.
23. Unna, Untersuchungen über die Lymph- und Blutgefäße der äußeren Haut mit besonderer Berücksichtigung der Haarfollikel. Archiv für mikr. Anatomie. 72. 1908.
24. Kükenthal, Untersuchungen an Walen. Jena. Zeitschr. für Naturw. 45. 1909.
25. Fritz, Über einen Sinnesapparat am Unterarm der Katze nebst Bemerkungen über den Bau des Sinusbalges. Zeitschr. für wissensch. Zool. 92. 1909.
26. Tretjakoff, Das Gallertgewebe der Sinushaare. Anatom. Anz. 37. 1910.

27. Japha, Die Haare der Waltiere. Zool. Jahrbb. Abt. Anat. 32. 1912.
28. Breßlau, Die ventralen Tasthaare der Eichhörnchen, ihre Funktion und ihre Verbreitung. Zool. Jahrbb. Suppl. 15. 3. Bd. 1912.

d) Innervation der Tasthaarpapille.

29. Ostroumow, Die Nerven der Sinushaare. Mitgeteilt von Arnstein. Anat. Anz. 10. 1895.
30. Maurer, Zur Kritik meiner Lehre von der Phylogenese der Säugetierhaare. Morphol. Jahrb. 26. 1898.
31. Ksjunin, Zur Frage über die Nervenendigungen in den Tast- und Sinushaaren. Archiv für mikr. Anatomie. 54. 1899.
32. Botezat, Über die epidermoidalen Tastapparate in der Schnauze des Maulwurfs und anderer Säugetiere mit besonderer Berücksichtigung derselben für die Phylogenie der Haare. Archiv für mikr. Anatomie. 61. 1903.
33. Friedenthal, Beiträge zur Naturgeschichte des Menschen. 4. Entwicklung, Bau und Entstehung der Haare. Jena 1908.
34. Scymonowicz, Über die Nervenendigungen in den Haaren des Menschen. Archiv für mikr. Anatomie. 74. 1909.

e) Anatomie der Papillengefäße.

35. Römer, Die Haut der Säugetiere. Berichte der Senckenberg. naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1904.
36. Tomsa, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Archiv für Dermatol. und Syph. 5. 1873.
37. Hoyer, Zur Histologie der capillaren Venen in der Milz. Anatom. Anz. 17. 1900.
38. v. Schumacher, Über die Natur der circulären Fasern der capillaren Milzvenen. Anatom. Anz. 18. 1900.
39. —,— Das elastische Gewebe der Milz. Archiv für mikr. Anatomie. 55. 1900.
40. Hoehl, Über die Natur der circulären Fasern der capillaren Milzvenen. Anatom. Anz. 17. 1900.
41. Weidenreich, Das Gefäßsystem der menschlichen Milz. Archiv für mikr. Anatomie. 58. 1901.
42. Thomé, Die Kreisfasern der capillaren Venen in der Milz. Anatom. Anz. 19. 1901.

43. Baum-Thienel, Über Besonderheiten im Bau der Blutgefäße. Archiv für mikr. Anatomie. 63. 1904.
44. Bärner, Über den histologischen Bau der Arterien in der Brust- und Bauchhöhle des Pferdes, mit besonderer Berücksichtigung der Anpassung dieser Gefäße an die Umgebung. Jenaische Zeitschr. für Naturw. 40. 1905.
45. Backmann, Unregelmäßigkeiten in dem Bau der normalen Venenwandung. Archiv für Anatomie und Physiol. Anatom. Abteilg. 1906.

f) Allgemeines.

46. Behrens, Kossel und Schiefferdecker, Die Gewebe des menschlichen Körpers. 2. 1891.
47. Koelliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1. 1889; 3. 1902.
48. Ehrlich-Krause u. a., Encyklopädie der mikroskopischen Technik. 1903.
49. Scymonowicz, Lehrbuch der Histologie. 1909.
50. Hofmann, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung von Distomum leptostomum Olsson. Zool. Jahrbb. Abt. Syst. 22. p. 176. 1899.

Lebenslauf.

Am 23. Oktober 1887 wurde ich, Fritz Schmidtsdorf, evangelischer Konfession, als Sohn des nunmehr verstorbenen Magistrats-Bureau-Sekretärs Fritz Schmidtsdorf und seiner Ehefrau Antonie zu Neu-Ruppin (Brandenburg) geboren. Ich besuchte in Berlin das Lessing- und Friedrichs-Werdersche Gymnasium und bestand hier Oktober 1907 die Reifeprüfung. Darauf studierte ich 8 Semester hindurch an der Universität Berlin Naturwissenschaften und Mathematik und hörte die Vorlesungen der Herren Dozenten:

Ascherson †, Baur, Brauer, Breysig, Erdmann, Fleischer, Frobenius, Grunmach, Haberlandt, Helmert †, Henning, Heymons, Knoblauch, Lasson, Lehmann-Filhés †, Münch †, Penck, Pfleiderer †, Planck, Riehl, Roethe, Rubens, E. Schmidt †, F. E. Schulze, Schur, Schwarz, Schwendener, Stumpf, Wilamowitz-Moellendorf.

Den 16. März 1914 bestand ich das Staatsexamen und am 12. Juli 1914 das Rigorosum.

Tafel Ia.

Verkleinerung um $^1/_{10}$ der natürlichen Größe.

Verkleinerung um $^1/_{10}$ der natürlichen Größe.

Verkleinerung um $^1/_{10}$ der natürlichen Größe.

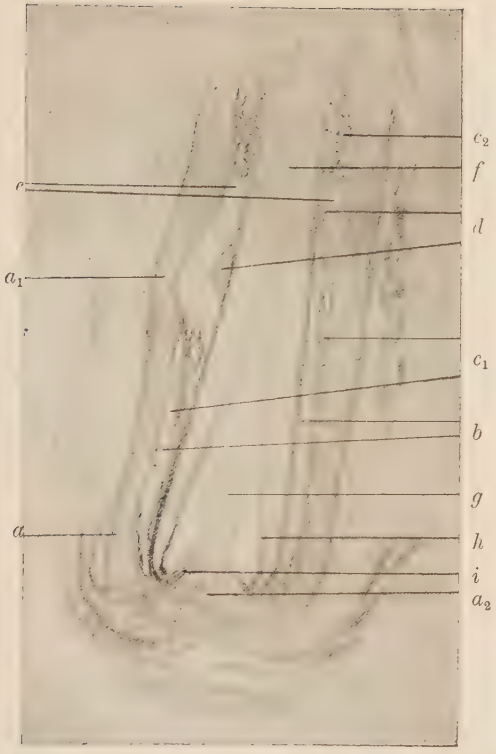


Fig. 1. **Sagittalschnitt durch den Balg einer Tastborste.**
20 mal vergrößert. Gezeichnet mit Objektiv a a u. Compensationsocular 2 von Zeiß.

a äußere Haarbalglamelle,
a_1 untere Anschwellung derselben,
a_2 Polster unter der Papille,
b innere Haarbalglamelle,
c_1 unterer cavernöser Körper,
c_2 oberer cavernöser Körper,
d Ringwulst,
e Ringsinus,
f Haarschaft,
g Papille mit strahlig auslaufenden Fasern,
h innere Keimschicht des Haares,
i Haarmatrix.

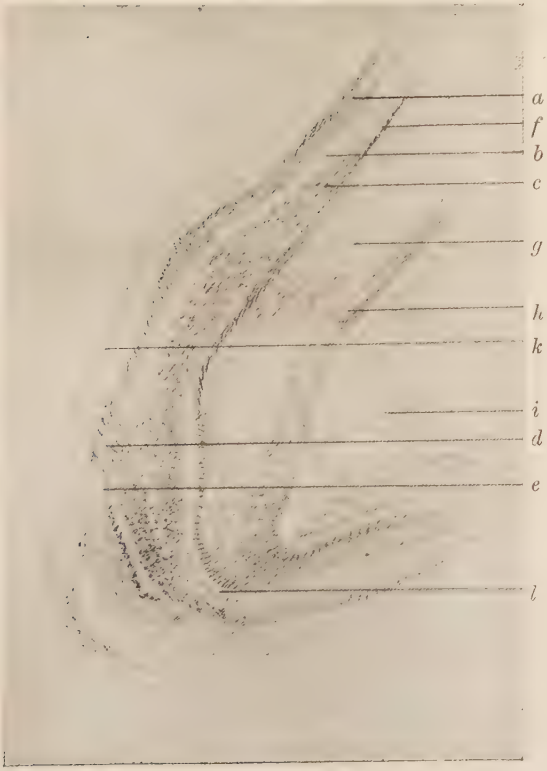


Fig. 2. **Matrix des Haares und seiner Scheiden.**
120 mal vergrößert. Gezeichnet mit Objektiv DD u. Compensationsocular 2 von Zeiß.

a äußere Wurzelscheide,
b Henle'sche Schicht der inneren Wurzelscheide,
c Huxley'sche Schicht der inneren Wurzelscheide,
d Anschwellung d. äußeren Wurzelscheide,
e Glashaut,
f Haarcuticula,
g Halbverhornter Teil des Haarschaftes,
h innere Keimschicht des Haares (Fortsetzung der eigentlichen Haarmatrix),
i Papillengewebe,
k innere Balglamelle,
l heller Streifen, der die Matrix in eine obere und untere Hälfte teilt.

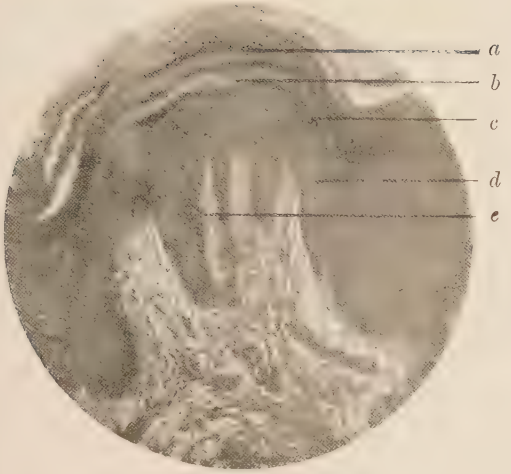


Fig. 1. **Vertikalschnitt durch die Epidermis.** 126 mal vergrößert.

a stratum corneum,
b stratum lucidum,
c stratum granulosum,
d stratum germinativum,
e Coriumpapille.

Fig. 1—5 sind in derselben Vergrößerung wiedergegeben, um die kolossale Entwicklung des Subphiltrum zu zeigen.

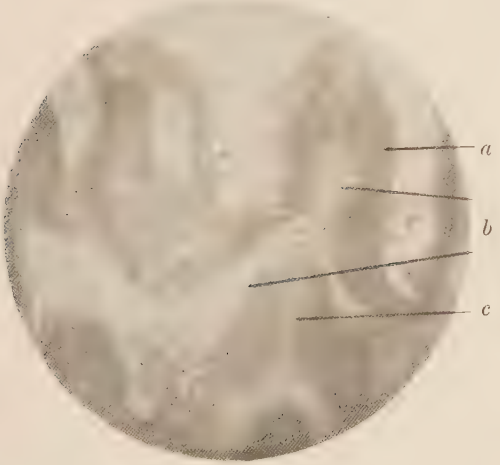


Fig. 2. **Subphiltrum. Vertikalschnitt.** 126 mal vergrößert.

a stratum corneum,
b stratum lucidum,
c junge Hornschicht.

Fig. 2—4 sind Teile desselben Schnittes.

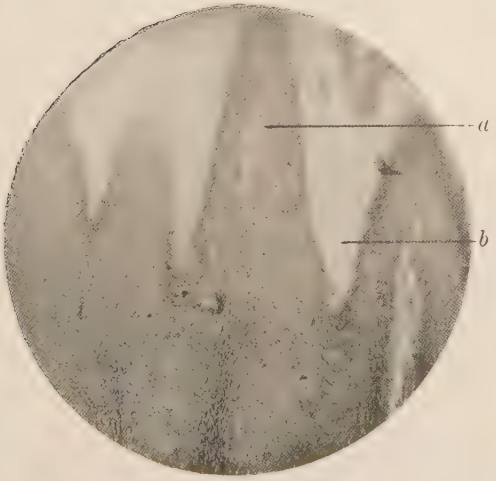


Fig. 3. **Subphiltrum.** 126 mal vergrößert.

a Papille des stratum germinativum,
b stratum lucidum mit Zellstruktur und Kernresten.

Fig. 4. **Subphiltrum.** 126 mal vergrößert.

a stratum germinativum,
b Coriumpapille.

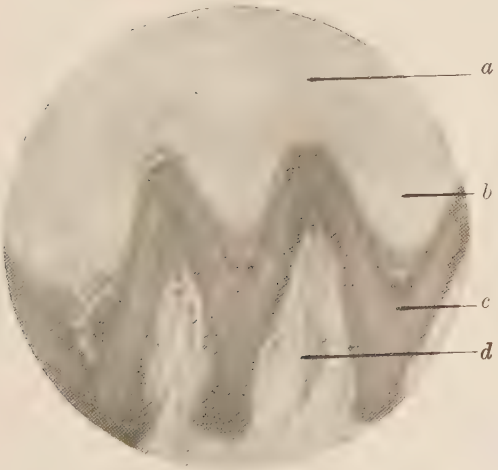


Fig. 5. **Vert kalschnitt durch die Cutis des Sohlenballens von Canis familiaris.** (Zum Vergleich). 126 mal vergrößert.

a stratum corneum,
b stratum lucidum,
c stratum germinativum,
d Coriumpapille.

Fig. 6. **Fasern des Papillengewebes.** Längsschnitt. 915 mal vergrößert.

Die Abbildung stellt stark gewellte Fasern kurz nach dem Eintritt in die Papille dar.

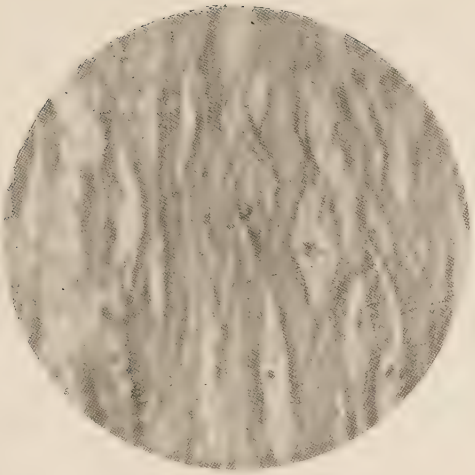


Fig. 7. **Fasern des Papillengewebes.**
Längsschnitt. 915 mal vergrößert.

Die Abbildung zeigt gestreckt verlaufende Fasern nach der Periode starker Krümmung.

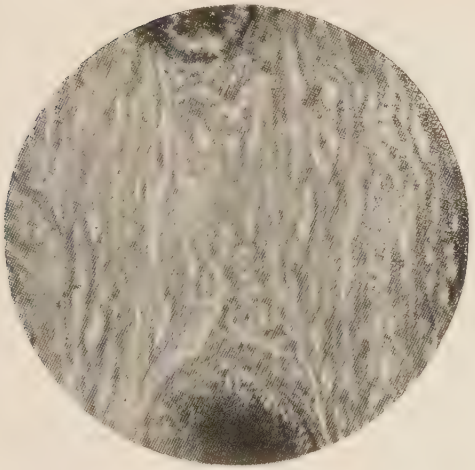


Fig. 8. **Fasern des Papillengewebes zwischen zwei schräg geschnittenen Venen.**
Längsschnitt. 415 mal vergrößert.

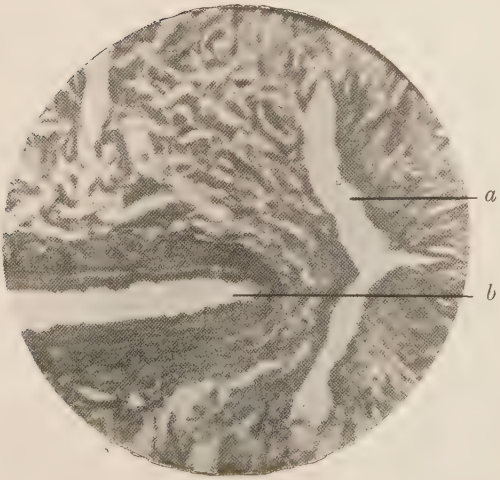


Fig. 9. **Arterie und Vene beim Eintritt in die Papille.**
Querschnitt. 667 mal vergrößert.

a Vene,
b Arterie.

Die Vene erscheint als Spalt im Papillengewebe ohne besondere Wand, die Arterie besitzt nur eine Media, keine Adventitia. Beide Gefäße zeichnen sich durch ihre längliche Gestalt aus.

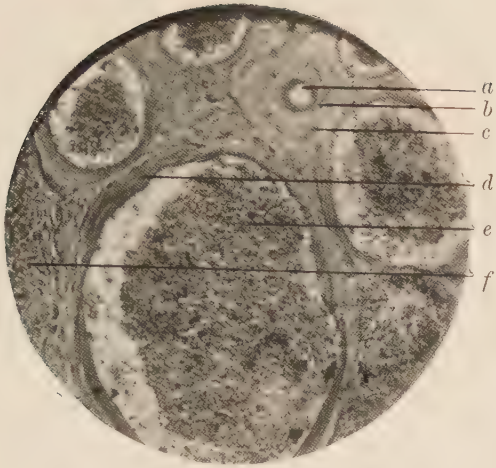


Fig. 10. **Gefäße der Papille.** Querschnitt. 13mal vergrößert.

a Arterie mit
b Elastica externa und
c Adventitia,
d circuläre Fasern der Hauptvene,
e Vene,
f quergeschnittene Papillenfasern.

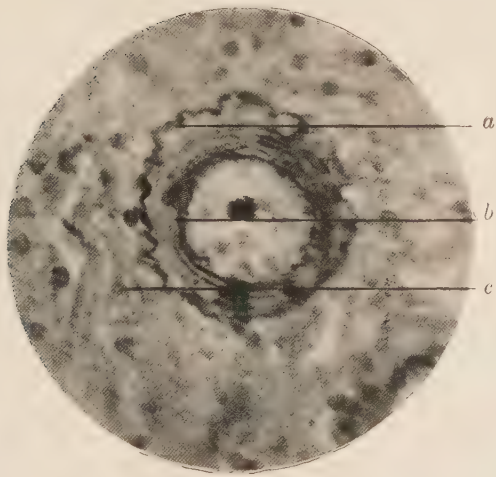


Fig. 11. **Hauptarterie.** Querschnitt. 481 mal vergrößert.

a Elastica externa,
b Media,
c Ansätze einer Adventitia.

Fig. 11—15 sind in demselben Maßstabe gehalten und geben eine vergleichende Übersicht über die Entwicklung der Adventitia und die Gestalt der Elastica externa.

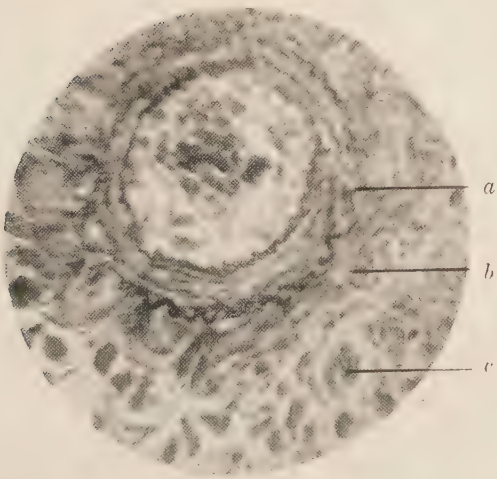


Fig. 12. **Hauptarterie.** Querschnitt. 481 mal vergrößert.

a Elastica externa,
b Adventitia, zum Teil noch ungeordnet,
c quergeschnittene Papillenfasern.

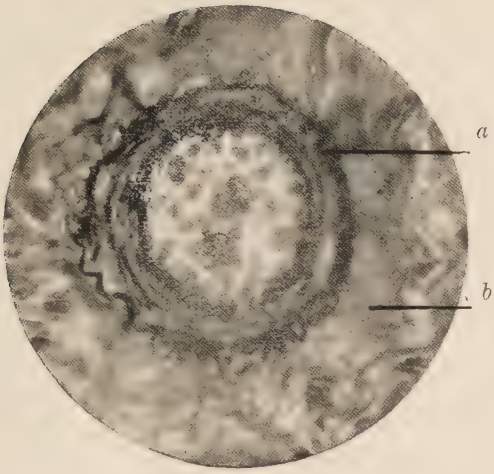


Fig. 13. **Hauptarterie.** Querschnitt. 481 mal vergrößert.

a Elastica externa,
b Adventitia, regelmäßig gewellt und circulär verlaufend.

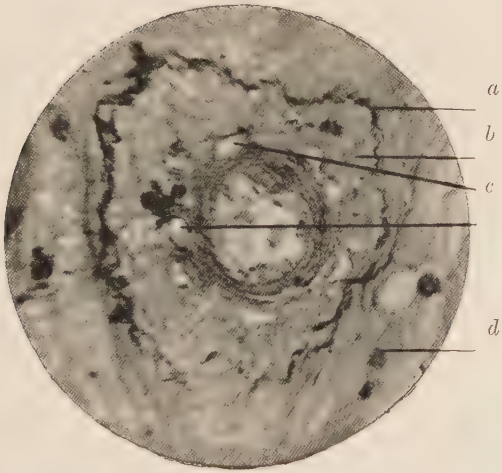


Fig. 14. **Hauptarterie.** Querschnitt. 481 mal vergrößert.

a Elastica externa, von der Media entfernt, herzförmig,
b innere Adventitia,
c Öffnungen (Capillaren) in der inneren Adventitia,
d äußere Adventitia.

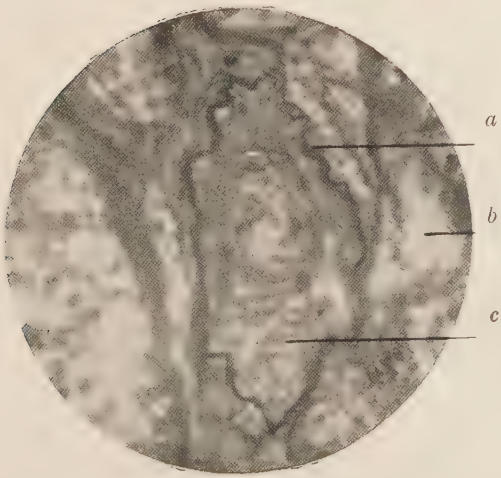


Fig. 15. **Hauptarterie.** Querschnitt. 481 mal vergrößert.

a Elastica externa, annähernd spindelförmig,
b äußere Adventitia, reduziert, von vielen Gefäßöffnungen durchsetzt.
c innere Adventitia.

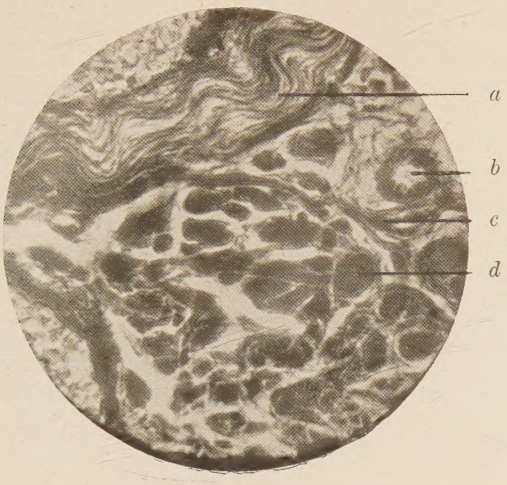


Fig. 16. **Stück einer Venenwand mit abzweigender Querfaser.**
Querschnitt. 654mal vergrößert.

a Venenwand, ähnlich der Arterienwand gewellt.
b Arterie, von einer abzweigenden
c Querfaser der Vene umzogen.
d quergeschnittene Papillenfasern.

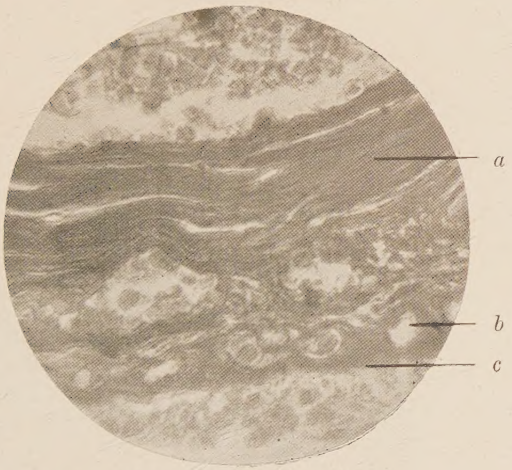


Fig. 17. **Stück einer Venenwand in der Nähe des Papillenrandes.**
Querschnitt. 654mal vergrößert.

a Venenwand, mit besonderer Entwicklung von zirkulären Fasern an der Außenfläche,
b Randcapillaren,
c Papillenrand.

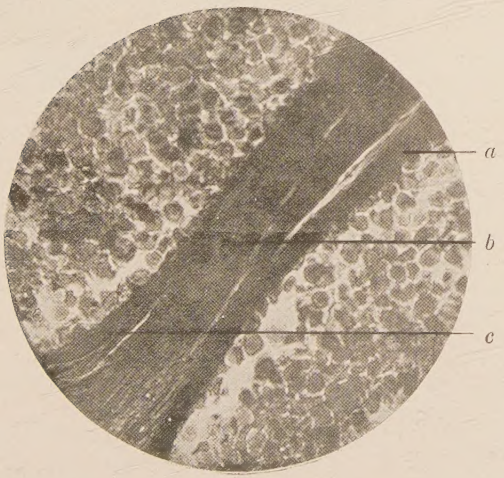


Fig. 18. **Berührungsstelle zweier Venenwände.**
Querschnitt. 615mal vergrößert.

a Venenwand,
b Faserkomplex, der von einer Wand zur andern übertritt,
c Venenwand.

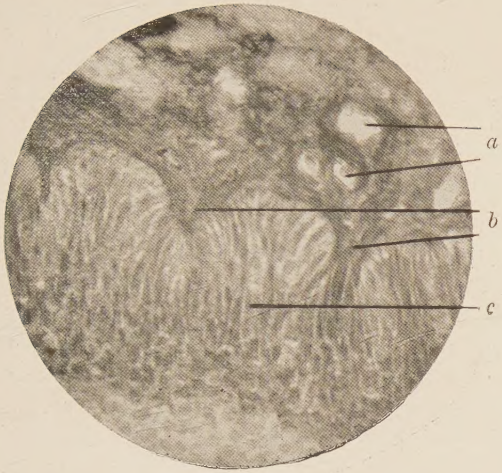


Fig 19. **Papillenrand und Haarmatrix.**
Längsschnitt. 523 mal vergrößert.

a Venencapillaren, unmittelbar am Boden der Papille, quergeschnitten,
b Vorsprünge der Papille,
c Matrixzellen.

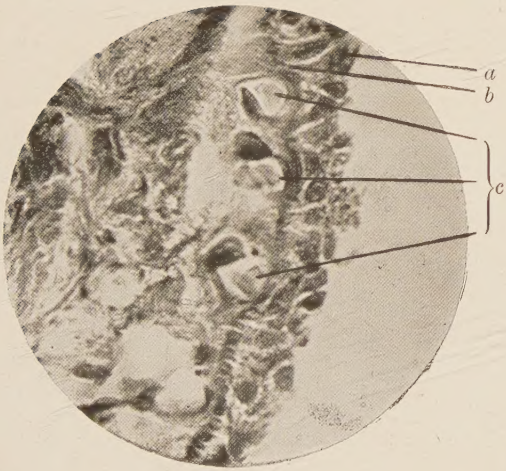


Fig. 20. **Randcapillaren und innere Keimschicht des Haares.**
Querschnitt. 786 mal vergrößert.

a Keimzelle des Haarschaftes,
b Zapfen am Rande der Papille,
c Randcapillaren.